Elektronica en Telecommunicatie **11**

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIvI en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

621.382:621.383.5.002.2

An On-line Display Method for Scanners Applied to Photodetectors

by drs. R. J. L. Lerou, Physics Laboratory RVO-TNO, The Hague

Synopsis: During the development of a solid-state device measurements are made to improve the method of manufacture. If a certain parameter varies along the surface of the device, a scanning system may be used for its examination.

In the course of the manufacture of infrared detectors of InSb in our laboratory a flying-spot scanner and a display system were developed. These have been used to examine the responsivity along the surface of the detectors.

A description is given of the scanner and of the display system. Typical results obtained with the display system are shown on photographs.

Introduction

The number and type of imperfections of the surface of a single crystal of semi-conducting material will depend on treatments like sawing, lapping, etching and (chemical) polishing. Besides these other sources of imperfections, like dust particles and drying residuals, may contribute.

In the following expedients will be discussed, by which information can be obtained about the inhomogeneities in the sensitivity of a photodetector over its surface.

If a photodetector is scanned with a dot of light the output of the detector will correspond to the photo-efficiency at the place of the spot on the surface. The characteristics of the inhomogeneities in the photovoltaic response along the surface should give indications about their causes and in some respect, of the quality of the detector.

On-line display methods

Two methods are in use for displaying the output of a scanning system on-line on an X-Y oscilloscope. The principles are as follows:

a. The voltages corresponding to the X and Y co-ordinates of the flying spot measured on the surface of the device are connected to the horizontal and vertical inputs respectively of the oscilloscope.

From the output signal of the device a signal Z is derived which modulates the intensity of the spot on the screen [1], [2], [3].

b. From the three signals, X, Y and Z (Z being the output of the device) the following two signals are derived:

$Z + \mathrm{A} \cdot X$ and $Y + \mathrm{B} \cdot X$

where A and B are properly chosen constants.

These signals are connected to the vertical and horizontal inputs of an oscilloscope. The number of scans which are displayed will be kept rather small in practice, to restrict overlapping of parts of the successive scans [4], [5].

A new design for the on-line display, comparable with method b. is described hereafter. The method has the advantages, that in the pictures overlapping of areas is avoided and that the pictures are well detailed. Experience has been obtained with this method by application to the scanning of photovoltaic detectors.

Description of the applied method

The cartesian co-ordinates of a moving spot on the scanned surface will be denoted by X and Y, measured on the surface. Y stands for the co-ordinate of the *fast* scan. The output of the scanned device will be denoted by Z. X, Y and Z are represented by voltages.

The single-valued function $Z(X, Y)$ can be represented by the curved surface of an 'object' in our visual three-dimensional space. The situation is depicted in Fig. 1, where a section with the Z-Y plane is marked by dots. This section is sketched separately in Fig. 2. Let (Y, Z) be a point of the boundary of the section, and let Y_p be a function of Y and Z, defined by

$Y_p = Y + Z \cdot \mathrm{cotg}\, \alpha$

where Y_p can be considered as the point (Y, Z) projected on the Y-axis from a direction of observation, given by the angle α.

Let the point (Y', Z') be a point on the boundary, which is projected in Y'_p. Then from Fig. 2 we may conclude that (Y, Z) is visible to the observer when no point (Y', Z') can be found, for which $Y'_p > Y_p$ while $Y' < Y$.

Lectures delivered at the I.E.E.E. Conference 'Eurocon 71' and the 220th meeting of the NERG on 21 December 1972 in the Department of Electrical Engineering, Delft University of Technology. For the announcement see 'De Ingenieur' 1971, nr. 50, blz. A 962.

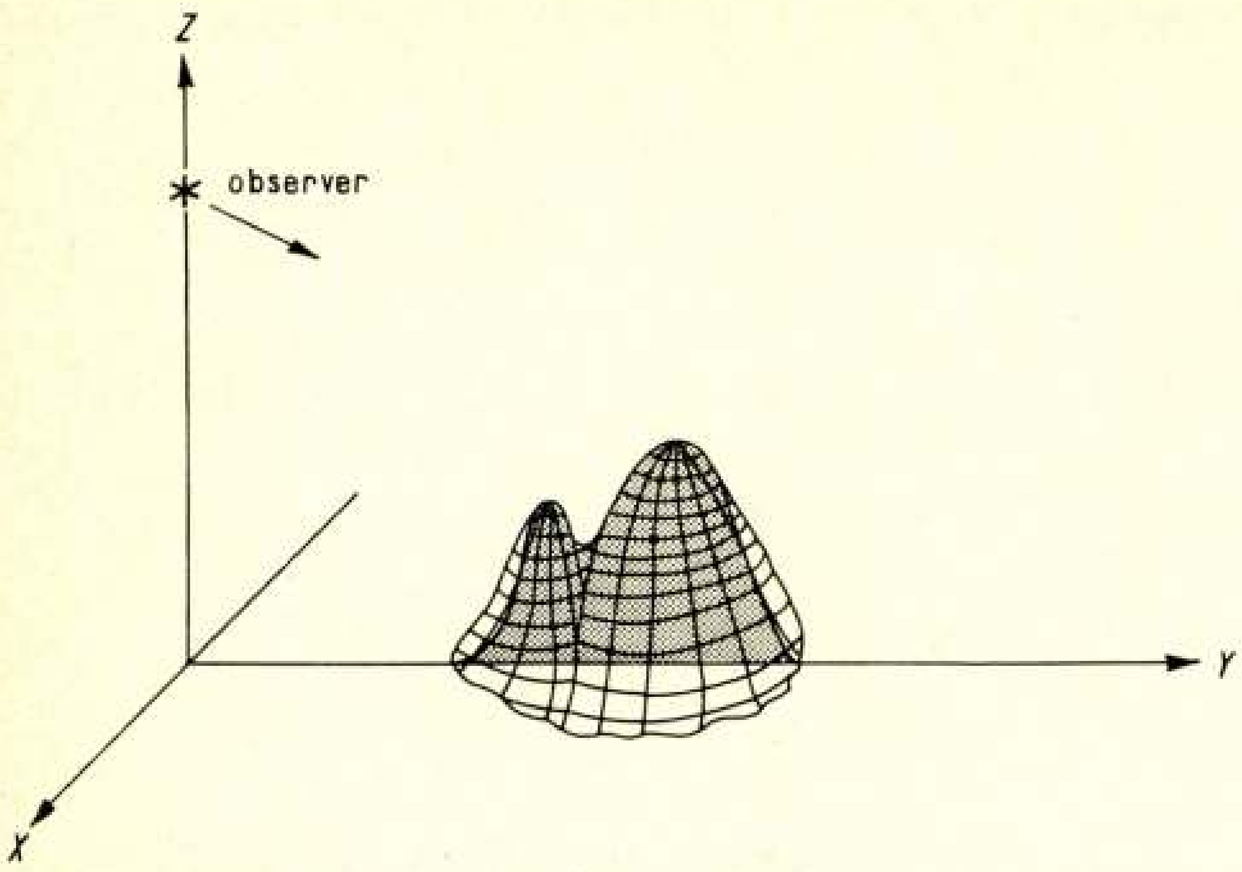


Fig. 1. The output of the scanner is considered to be a single-valued surface of a three-dimensional object with an observer of it at the asterisk.

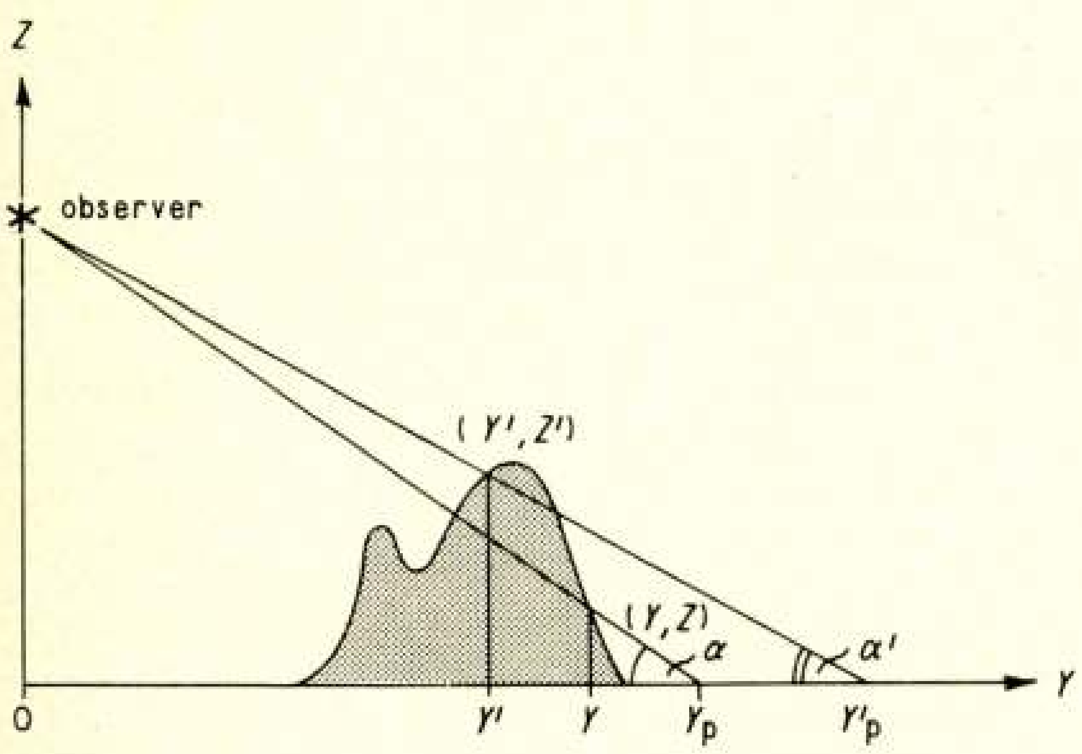


Fig. 2. Section with the Y-Z plane.
Point (Y,Z) is not visible because Y_p is smaller than Y'_p while Y is greater than Y'.

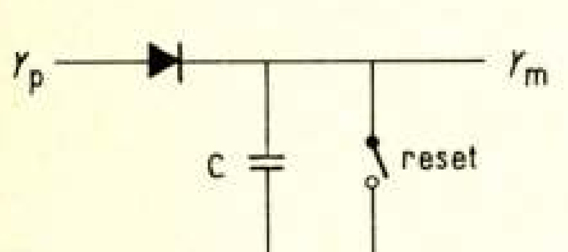


Fig. 3. Principle of peak-hold circuit.

By placing the observer far from the object we obtain the simple relation

$Y_p = Y + Z \cdot A$

where A stands for cotg α, which is a constant now.

The process of making a section with the Y-Z plane will be called a scan. At every scan during which Y increases we find that, for the visibility of the corresponding point (Y, Z), Y_p has to be larger than all previous values arisen during the scan.

By the use of a peak-hold circuit, of which a simple example is shown in Fig. 3, the visibility of a point may be determined. Y_p is used as the input signal for the peak-hold circuit, the output will be denoted by Y_m. The diode in the circuit will be considered ideal.

Obviously, during the periods that Y_m is increasing it will follow Y_p, at other moments it is constant and larger than Y_p.

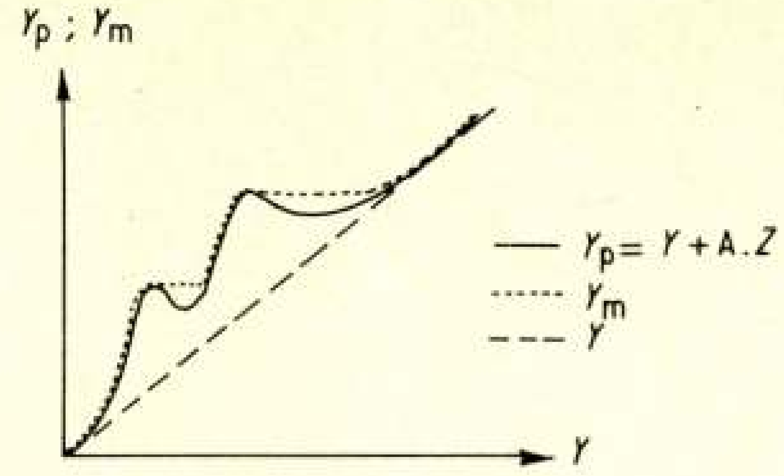


Fig. 4. Input and output signals of the peak-hold circuit for an arbitrary case depicted during the fast scan while Y is increasing and X is constant.

The value of the threshold Y_o has to be chosen such that for the initial points of all scans Y_p is larger than Y_o.

A complete image is built up by combining Y_m-traces of successive numbers of scans, at gradually increasing values of X, into one picture. The X-scan will be called the slow scan. The capacitor has to be discharged after every fast scan.

In Fig. 4 Y, Y_p and Y_m are depicted for an arbitrary case. Characteristic of the peak-hold circuit is that the visibility of a point is determined by the diode, which is either conducting or non-conducting. The state of the diode is also indicated by Y_m which is either increasing or constant. It will be obvious that points are visible only during the conducting periods of the diode.

By using Y_p for the vertical and X for the horizontal deflection of an oscilloscope and suppressing the brightness of the spot on the screen during the non-conduction periods of the diode we obtain pictures showing the curved surface without overlap, provided there is also suppression during the backsweep of the fast scan. From Fig. 4 we may conclude that by using Y_m instead of Y_p overlapping will not occur at all. Thus there is no necessity to make a decision on the suppression depending on the state of the diode. The best results have been obtained by using both Y_m and suppression, the latter only during relatively long periods of constant Y_m. This results in a contour intensification in the generated pictures.

Successive scans should be close together in order to obtain coherent pictures, a typical number being 2000 scans per picture. With a frequency of 100 Hz for the fast scan the generation of a picture will take 20 seconds. During that period a photographic record is made of the display on the screen.

Experimental set-up

An outline of the flying-spot scanner is shown in Fig. 5. In the experimental set-up a He-Ne laser beam (0.63 μm) was attenuated, expanded with a telescope, reflected by two mirrors and focussed on the surface of the device to be tested.

A mirror galvanometer has been used for the slow scanning, the fast scanning was obtained with a torsional scanner with a resonance frequency of 100 Hz. The guiding signals were obtained from a circuit of which an outline is shown in Fig. 6.

All frequencies, except that of the sawtooth generator providing the X-signal, were derived from a 100 kHz crystal oscillator. Two square waves of 100 Hz were obtained by division, a manually adjustable phase shift between these square waves was introduced with a univibrator which in Fig. 6 is denoted by 'variable delay'. From these waves a triangular and a sine-wave

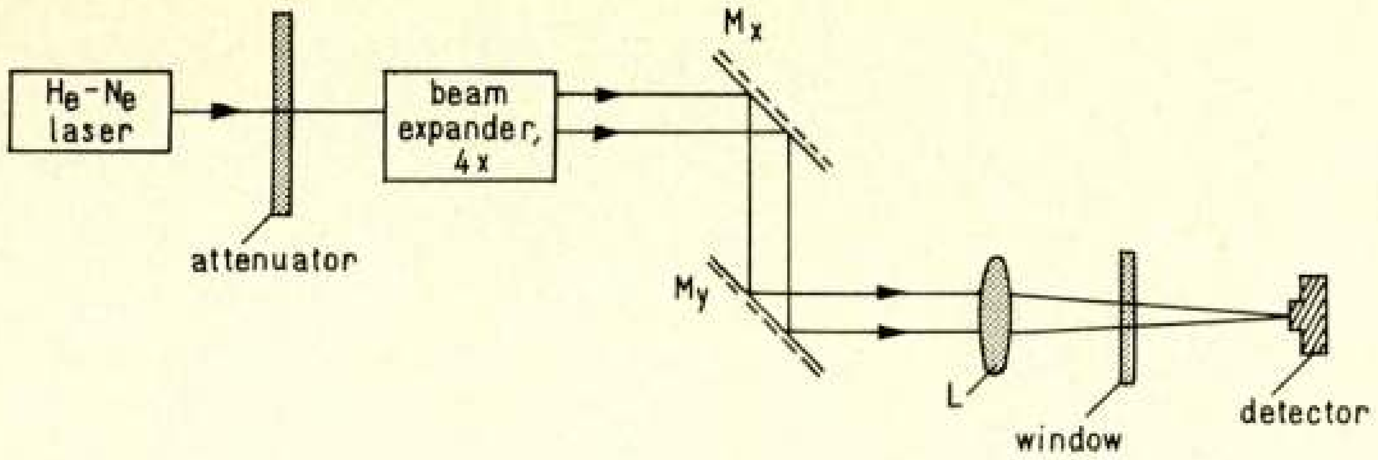


Fig. 5. Optics and mechanics of the flying-spot scanner.

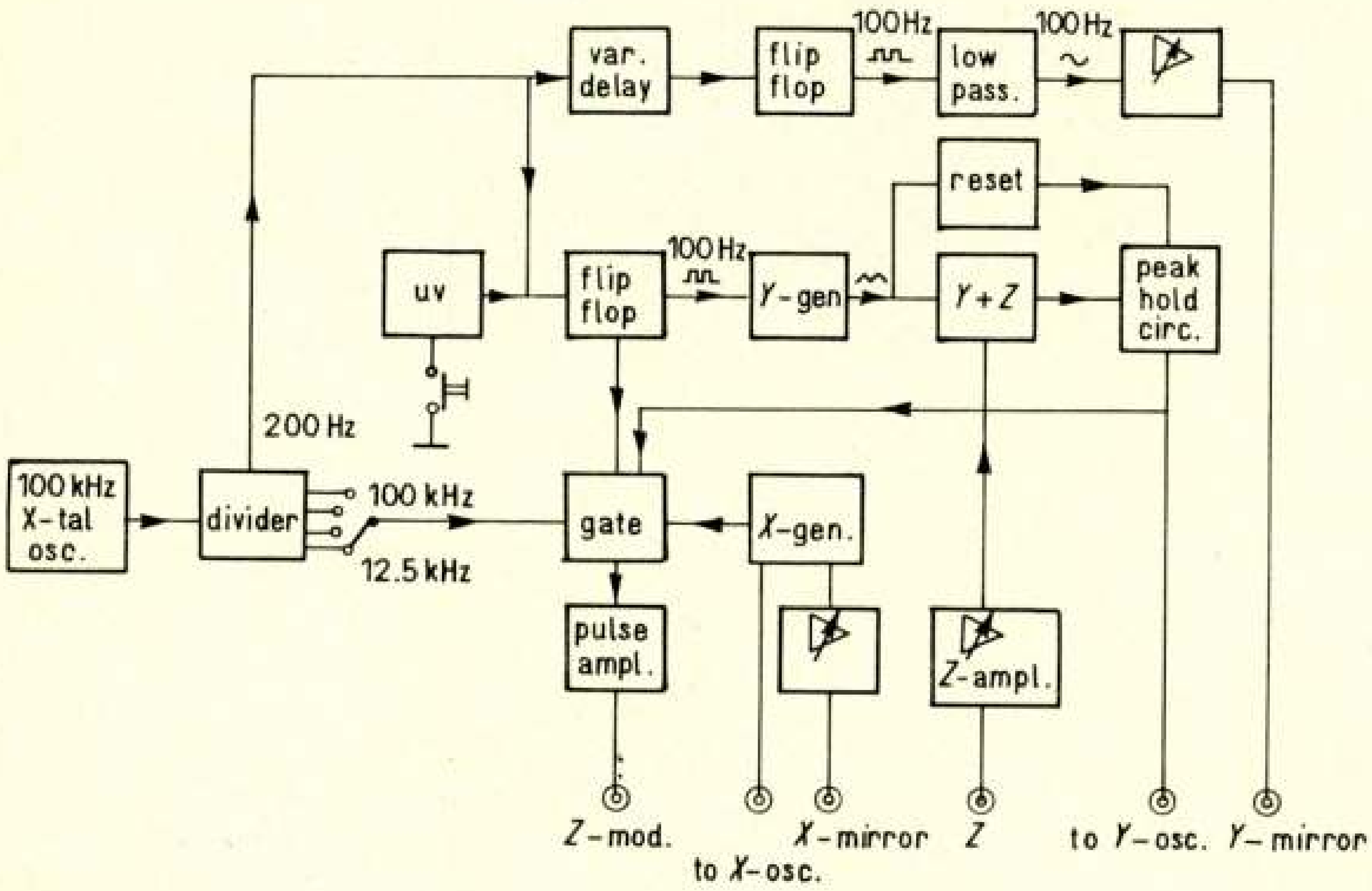


Fig. 6. The circuit which generated the steering signals for the mirrors and the oscilloscope.

were derived by integrating and low-pass filtering respectively.

The sine-wave was fed to the torsional scanner. Due to the small mismatch between the resonance- frequency of the torsional scanner and the sine-wave frequency a phaseshift would be introduced which then was compensated by using the above mentioned adjustable delay. The amplitude of the sine-wave was chosen such that the dot of light was on the sensitive area of the device only during the almost linear parts of the sine-wave.

The output (Z) was amplified (frequencyband d.c. to 100 kHz) and added to the triangular wave which represented the Y-co-ordinate. The result was $Y_p = Y + A \cdot Z$. Signal Y_p was fed to the peak-hold circuit which gave Y_m as output. This signal was connected to the vertical input of the oscilloscope.

The sawtooth generator had an adjustable period up to 20 seconds. This signal was connected to the horizontal input of the oscilloscope and to the X-mirror.

The pictures shown in this paper are Y_m-X displays. They have the appearance as if a number of cross-section were made through the 'object' perpendicular to the direction of observation. This is a result of using pulsed intensity modulation in the display with a frequency of 100 kHz. By this presentation a better display can be obtained of the steep parts.

In the experimental set-up the intensity modulation was controlled such that it was suppressed during the backsweep of the X and Y scans and during relatively long periods of constant Y_m. The intensity modulation could be accentuated by using pulses of 3 µs width, obtained from the divider circuit. A selection could be made from the repetition rates: 100, 50, 25 and 12.5 kHz.

When an extra pulse is applied to the flip-flop which drives the Y-generator a phase shift of 180° will be introduced in the fast scan, and we obtain due to the symmetrical scanning a similar picture, but seen from the 'opposite' side.

Preparation of the detectors

The detectors were made of n-type single crystals of InSb. After sawing the original crystal into cubes the damaged surface layers were removed by etching and chemical polishing. A p-type surface layer was obtained by diffusion. A mesa-structure was etched out of the cube by covering a part of the polished surface and etching away the surrounding p-layer.

Contacts were made to both sides of the p-n junction, the n-side was soldered to a covar strip. This strip was attached to the cold finger of a dewar for liquid nitrogen. The mounting place was in front of a window with a low absorbtion coefficient for both visual and infrared light.

Examples

Sawing and lapping will cause cracks which may increase the recombination of electrons and holes at the surface and, as in the case of a photovoltaic detector, within the depletion layer. Also the reflection coefficient may be changed.

The cracks usually have the structure of tracks and therefore one may expect to find tracks of decreased sensitivity on the surface (Fig. 7).

Dust particles and drying residuals will change the sensitivity according to their optical properties. They may either decrease the sensitivity by absorption or increase it by anti-reflection effects and appear as spikes or holes (Fig. 8).

If an anti-reflection coating is deposited imperfections like holes will cause spots of altered sensitivity just as dust particles may do. However, the effect depends on the wavelength of the light (Fig. 9).

The resistance of the surface layer of a photovoltaic detector causes a decrease of efficiency with increasing distance from

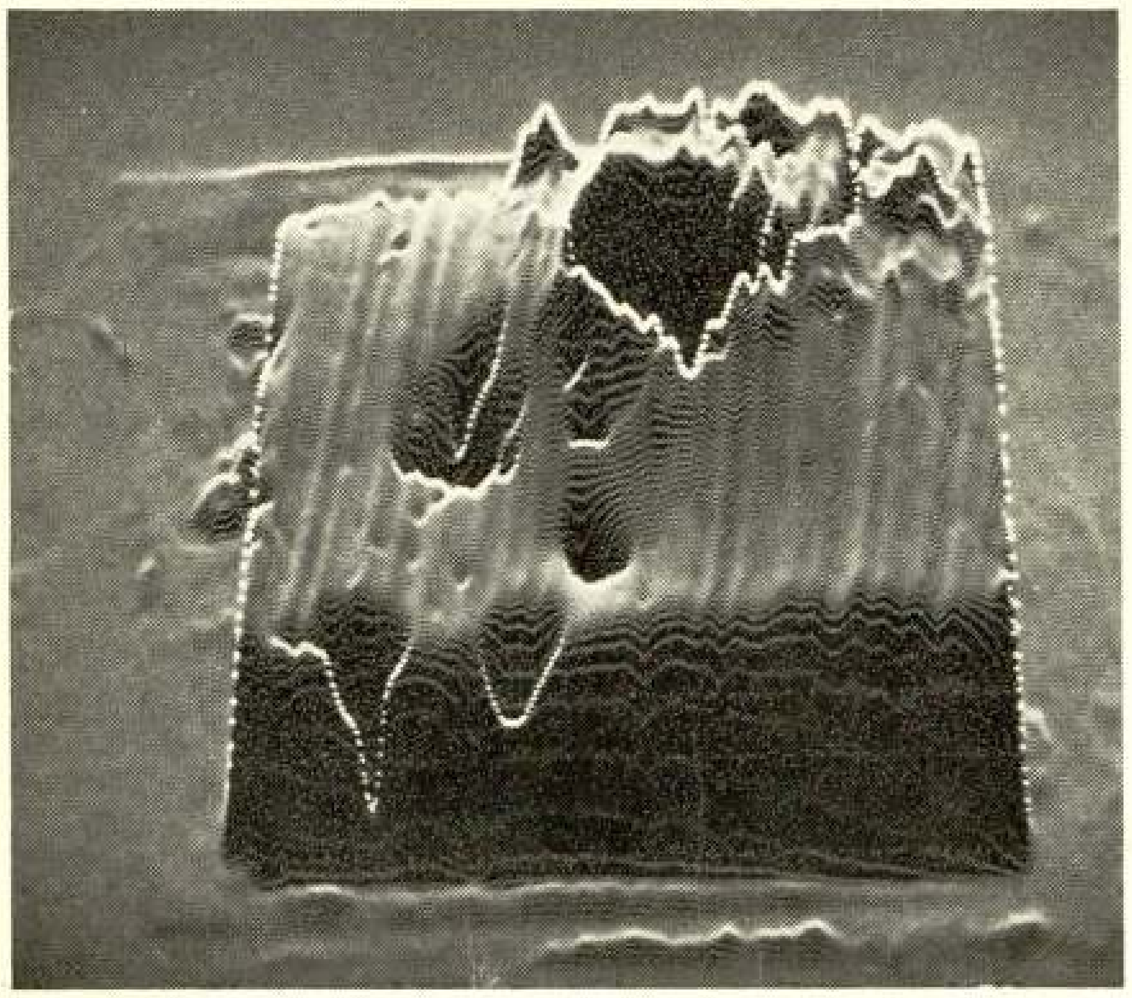


Fig. 7. The tracks of diminished sensitivity are due to the damage caused by sawing. The relatively large hole near the centre is due to the contact electrode.

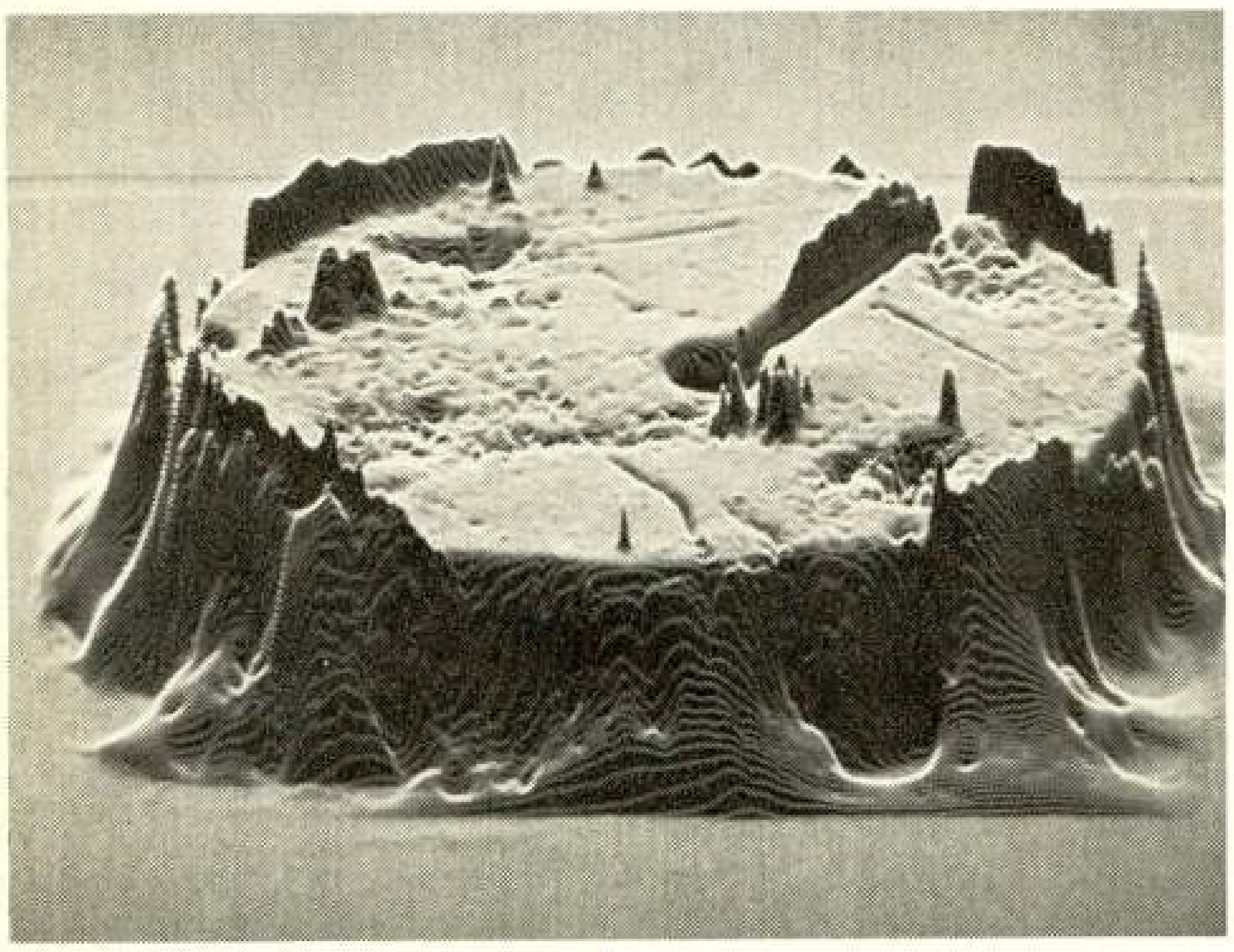


Fig. 8. The spikes on the surface may be due to drying residuals which act as anti-reflection coatings. The rough 'walls' are probably a result of improper etching.



Fig. 9. An anti-reflection coating is deposed for minimum reflection at a wavelength of 5 µm. One has to be careful with the interpretation of the spikes in this case because light of a wavelength of 0.63 µm was used for the scanning.

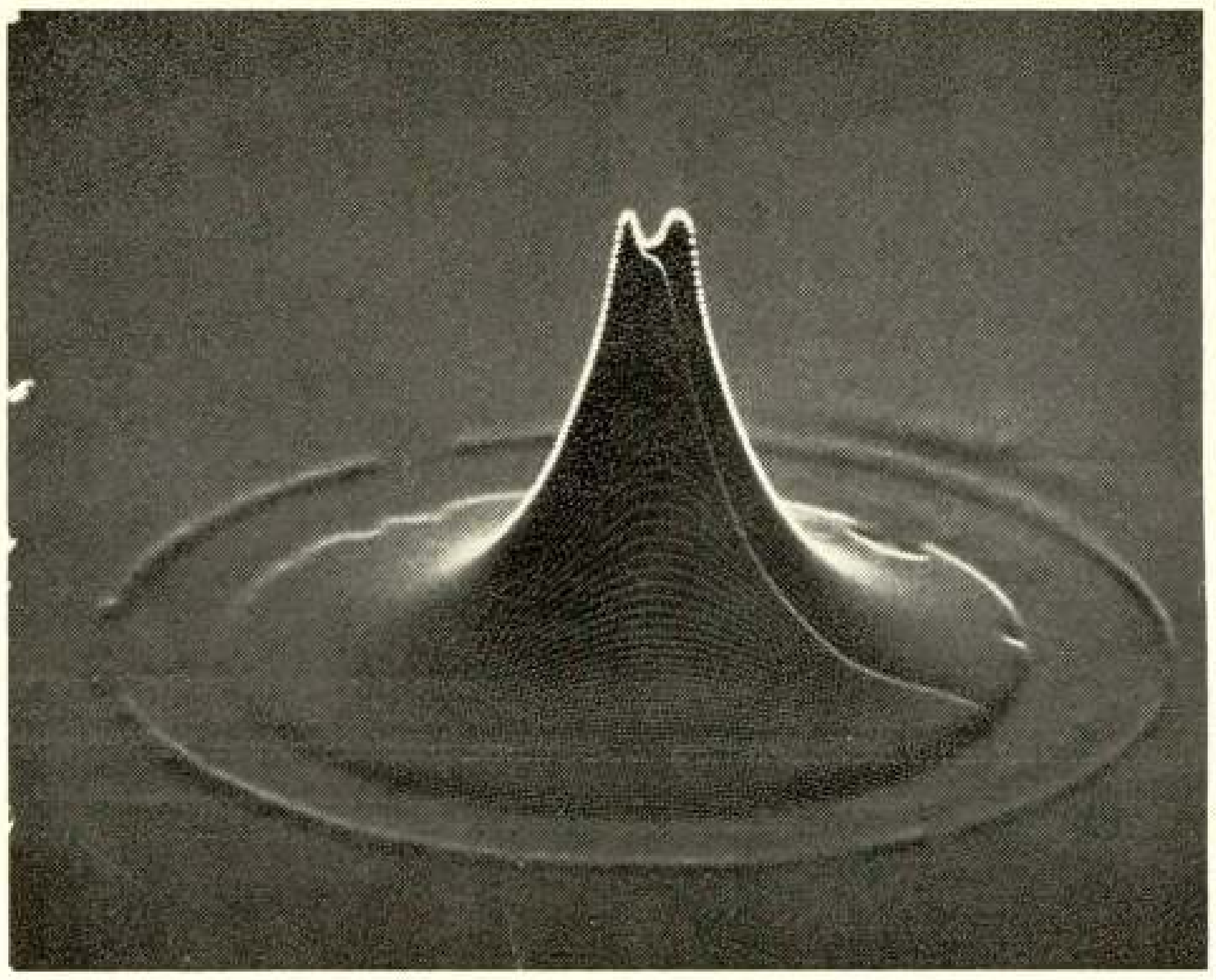


Fig. 10. This type of inhomogeneity is due to the high resistivity of the surface layer with respect to the junction resistance. The effect also depends on the relative size of the contact electrode and of the intensity of the spot.

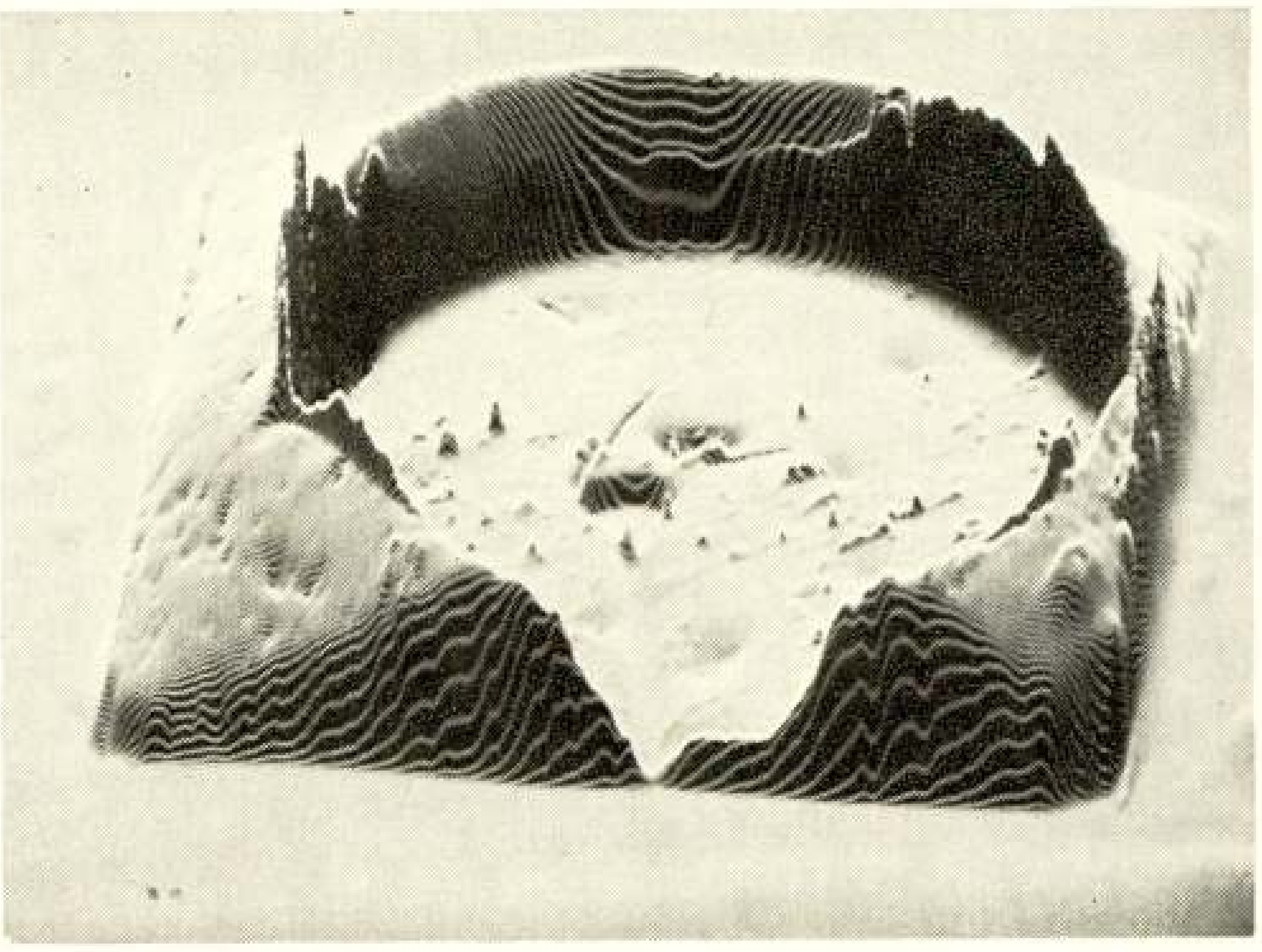


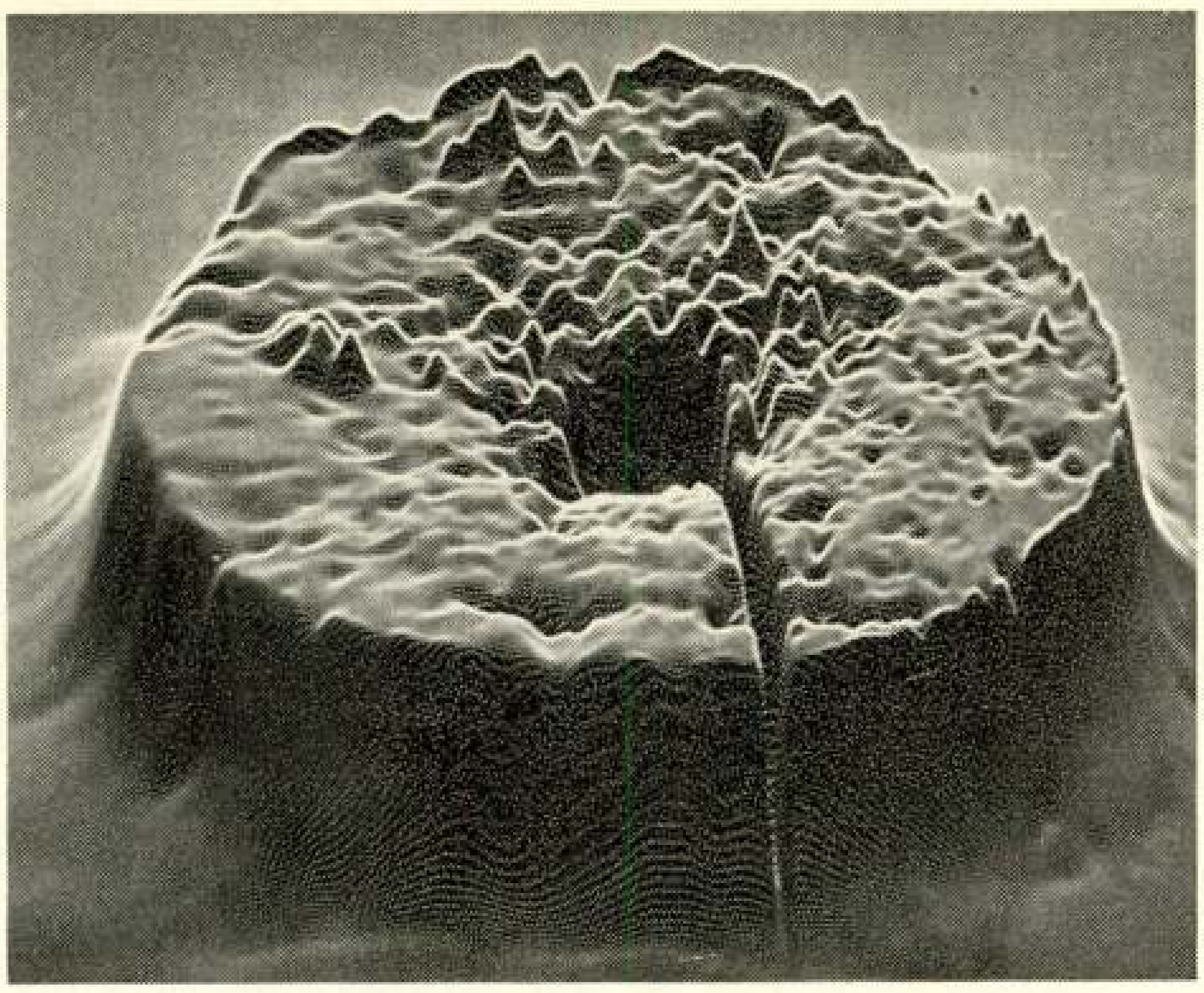
Fig. 11. An 'inverse' responsivity distribution is found for this specimen. The junction was deep below the surface so here recombination had a strong effect. The region around the insensitive area was etched off with the result that carriers generated in this area could reach the junction more easily.

the contact-electrode. The effect of the distance depends on the ratio of the surface impedance of the surface layer and the junction resistance (Fig. 10).

At the boundaries of the p-n junction an increase of the sensitivity is often found due to the decreased effect of bulk and surface recombination, especially when the junction lies rather deep (Fig. 11). Of course there is no sensitivity at the alloyed contact electrode and where the lead covers the surface.

The causes of imperfections mentioned above are due to the preparation of the diodes but they will be mixed with the faults in the original crystal.

The pictures shown on Fig. 12 a and b, and 13 are examples of diodes which have no striking inhomogeneities.



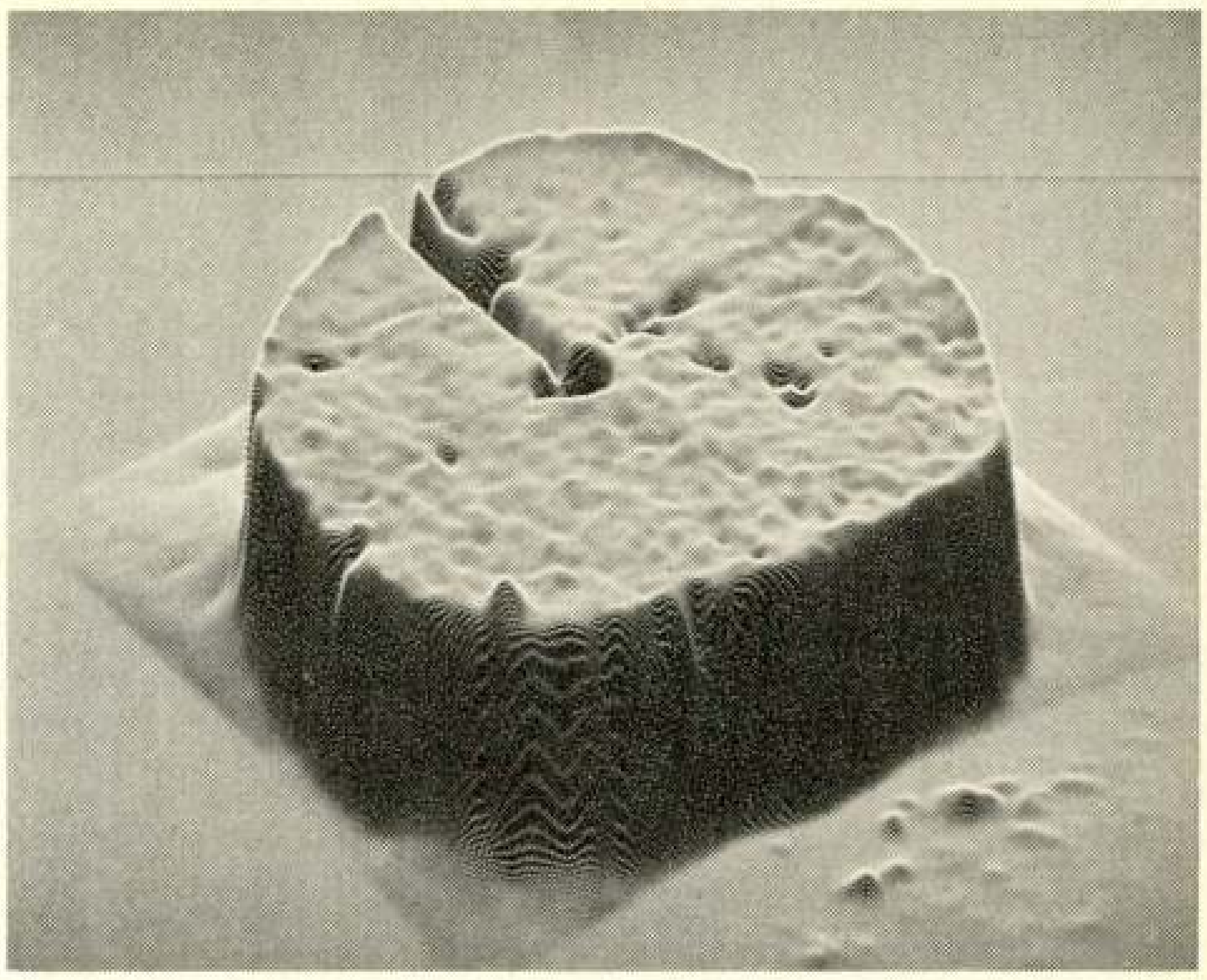


Fig. 13. This detector shows a very homogeneous responsivity along its surface. For a more detailed result a reduced size of the spot and, according to this, a higher cut-off frequency of the electronic circuits will be required.

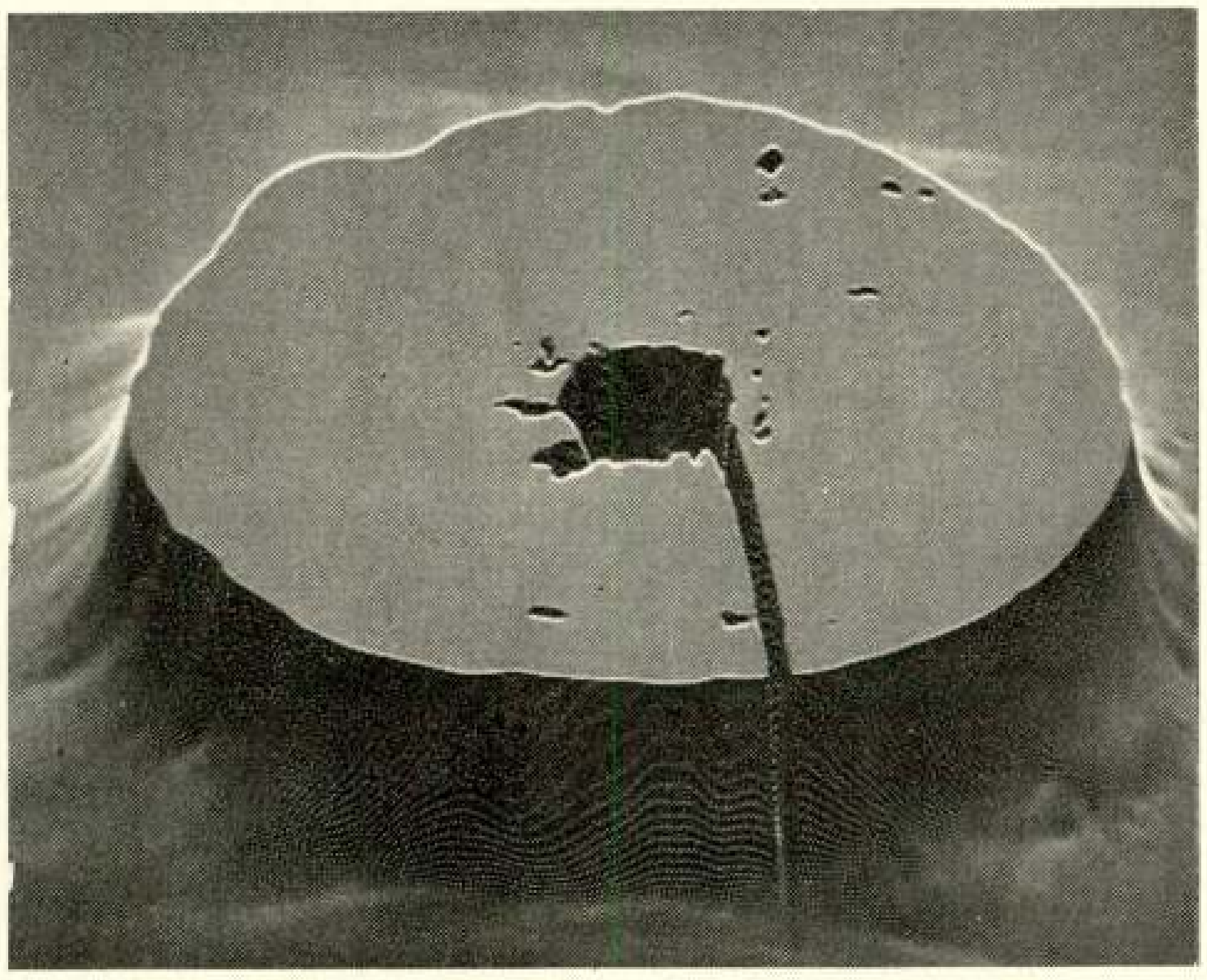


Fig. 12a en Fig. 12b. The causes for the inhomogeneities of the responsivity of this specimen are difficult to determine. However, if the output is clipped at a level which is about 80% of the mean value we see that most of the inhomogeneities are not deep.

Acknowledgement

The author wishes to thank Miss J. Kouwenhoven and Mr. J. Verwey for their most helpful assistance in sample preparation and Mr. A. W. van Wijk for building the electronic circuits.

References

[1] EINHORN, RICHARD, N.: Electronic Design 3, February 1, 1968, p. 34.
[2] FLEMMING, J. P.: Journal of Scientific Instruments (Journal of Physics E) 1969 Series 2, Vol. 2, p. 93.
[3] MC. MAHON, ROBERT E.: Electronics, April 12, 1971, p. 92.
[4] TCHANGI, I. and PASZTOR, G.: Solid-State Electronics, Pergamon Press 1967, Vol. 10, No. 4, April 1971, p. 858.
[5] PHELAN, R. J. and DE MEO, N. L.: Applied optics, Vol. 10, No. 4, April 1971, p. 858.

621.385.832:621.397.61

Recente ontwikkelingen bij opneembuizen van het type 'Plumbicon'

door drs. Th. G. Schut, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven



Synopsis: *Recent Developments in Television Camera Tubes of the Type 'Plumbicon'.*
A general introduction about camera tubes is followed by a brief description of the construction of a 'Plumbicon'.
After that the following subjects are dealt with successively:
- the electrical properties of a Plumbicon, such as sensitivity, dark current, resolution and lag;
- the dependence of these properties on the size of the target;
- electron-optic topics such as magnetic vs. electrostatic focussing;
- some special features: internal background illumination, ACT-gun, fiber optics faceplate.

Finally a survey is given of the Plumbicon types available at present; numerical data are added.

Inleiding

In een televisie-opneembuis wordt optische beeldinformatie omgezet in een elektrisch signaal: het licht wordt in een fotogevoelige laag omgezet in lading, het ladingsbeeld wordt opgezameld op een trefplaat en door een elektronenbundel afgetast volgens een lijnenraster.

De eerste opneembuizen werkten met *emissie van elektronen uit een fotokathode*. Voorbeelden zijn de iconoscoop van Zworykin (1923), de beeldiconoscoop en het tijdens de tweede wereldoorlog ontwikkeld beeldorthicon. Door het streven om de gevoeligheid te verhogen en bepaalde tekortkomingen te elimineren, werd de bouw van deze buizen steeds ingewikkelder, dikwijls ten koste van de eenvoud van bedrijf.

Een voorbeeld hiervan laat het image isocon zien, een buistype in 1948 geïntroduceerd door Weimer van R.C.A. Tot voor kort werd deze buis beschouwd als te gecompliceerd voor praktisch gebruik. In de laatste jaren gaat men er soms echter toch toe over, er mee te werken.

Hier tegenover staan de opneembuizen met *fotogeleidende laag*. De fotogeleidende laag is tevens de trefplaat, zoals dat ook reeds het geval was bij de iconoscoop. De groei van de industriële televisiemarkt heeft de ontwikkeling van dit soort opneembuizen sterk bevorderd. Praktijkervaringen gedurende vele jaren hebben de hoge mate van betrouwbaarheid, gepaard gaande met eenvoud van bedrijf, aangetoond.

Momenteel staan ons drie typen van opneembuizen met fotogeleidende laag ter beschikking: het 'Plumbicon',[1]) het 'vidicon' en het 'multidioden-silicium-vidicon'. Wegens hun grote verschil in eigenschappen zijn deze buizen meer als complementair te beschouwen dan als elkaar beconcurrerend.

Het *Plumbicon* heeft zijn grote succes verkregen door de kleurentelevisie. Zijn zeer lage donkerstroom, zijn lineaire vertaling van een lichtbeeld in een elektrisch signaal (d.w.z. een gamma gelijk aan 1), hoog quantenrendement en geringe traagheid, gepaard gaande met kleine afmetingen en eenvoud van bedrijf, maken deze buis tot de beste keus voor de moderne studiotechniek. Ook in andere televisiesectoren wordt de buis gebruikt: op medisch gebied (bijv. bij röntgentelevisie), in wetenschap en onderwijs, bij industriële kleurentelevisie en voor sommige andere industriële toepassingen.

Het *vidicon* vindt wegens zijn lage prijs en zijn grote contrastomvang (gamma kleiner dan 1) vele industriële toepassingen. Het heeft een beter oplossend vermogen dan het Plumbicon, maar een aanzienlijk grotere traagheid en een sterk van de temperatuur afhankelijke donkerstroom (de donkerstroom neemt voor elke 8 °C temperatuurstijging met ongeveer een factor 2 toe). De mogelijkheid van automatische gevoeligheidsregeling met behulp van de signaalelektrodespanning vereenvoudigt het gebruik op plaatsen waar het lichtniveau sterk schommelt (bijv. bij verkeersbewaking).

Het *multidioden-silicium-vidicon* is een nieuwe verschijning, waarvan op dit ogenblik nog niet te overzien is waar de voornaamste toepassingen zullen liggen. De buis is, gezien haar spectrale gevoeligheidsverdeling, duidelijk geschikt voor nabije infrarood televisie (bijv. patiëntbewaking).

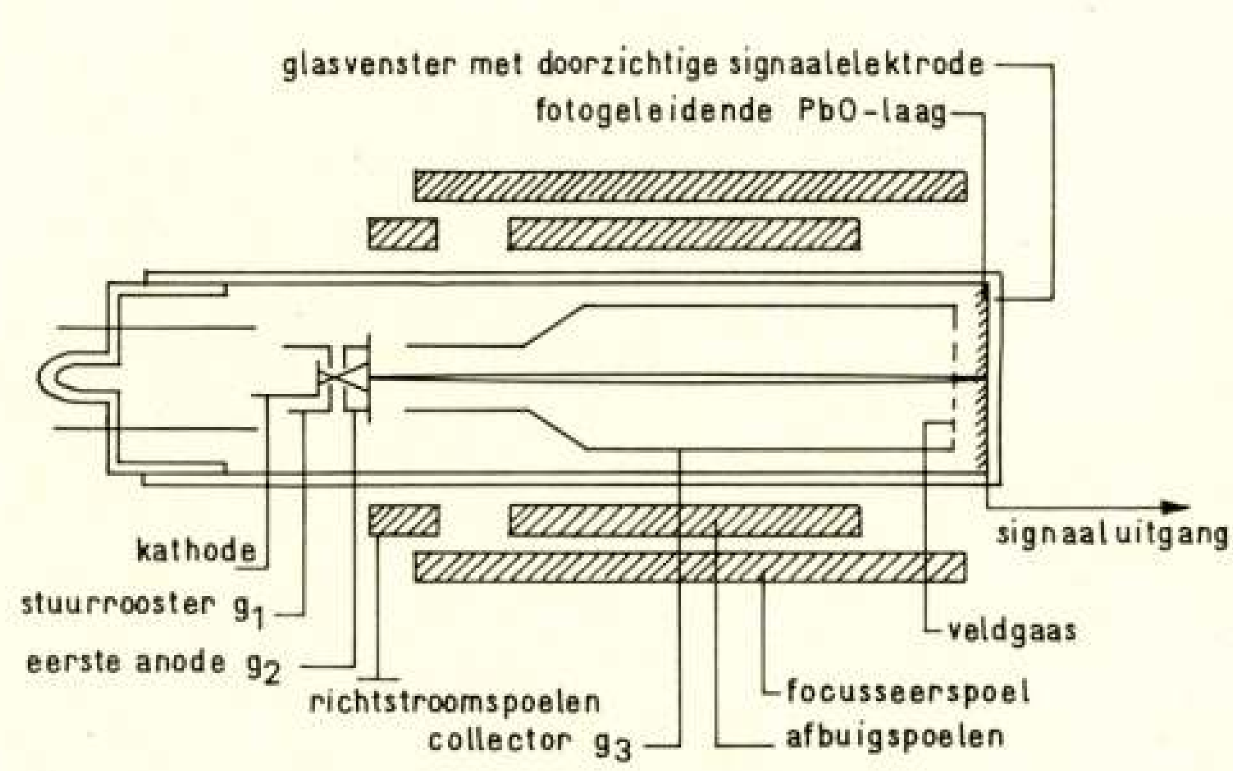


Fig. 1. Doorsnede van een Plumbicon (schematisch) spanningen:
V_c: aardpotentiaal
V_{g_1}: ingesteld voor gewenste bundelstroom
V_{g_2}: +300 V
V_{g_3}: +600 V
V_s: +45 V

[1]) Handelsmerk N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

In dit artikel zullen in de eerste plaats van het Plumbicon de voornaamste eigenschappen nader worden beschouwd.

Constructie en werkingswijze van een Plumbicon

In fig. 1 is schematisch de doorsnede van een Plumbicon weergegeven. Op de binnenzijde van het glasvenster aan de voorzijde van de buis bevindt zich een dunne doorzichtige geleidende laag, de signaalelektrode, die een uitvoer naar buiten heeft. Op deze geleidende laag bevindt zich de fotogeleidende laag, die tevens dienst doet als ladingopzamelelement en trefplaat. De signaalelektrode ligt aan een positieve spanning van bijv. +45 V (kathode aan aarde). Wordt nu met behulp van een optische lens op de fotogeleidende laag een beeld van de op te nemen scène geprojecteerd, dan stelt zich in de laag een geleidingsvermogen in dat van punt tot punt verschilt, afhankelijk van de belichting. Een kanonsysteem met kathode, Wehnelt-elektrode en anode vormt de aftastbundel, die met behulp van een deflectiesysteem op het oppervlak van de trefplaat een raster schrijft. Het oppervlak van de trefplaat vormt samen met de signaalelektrode een condensator die bij de aftasting opgeladen wordt; dit oppervlak wordt hierbij ongeveer op kathodepotentiaal gebracht. Het daardoor ontstane potentiaalverschil (in ons voorbeeld 45 V) zal door de fotogeleiding, afhankelijk van de lokale verlichtingssterkte, meer of minder snel gaan afnemen. De eindwaarde van de potentiaal aan het oppervlak, vlak vóór de volgende aftasting, is daarom van punt tot punt verschillend. Bij deze aftasting loopt een van deze eindpotentiaal afhankelijke laadstroom die aan de ingang van de videoversterker een spanning veroorzaakt en zo het videosignaal doet ontstaan.

In de anode g_2 van het kanonsysteem bevindt zich gewoonlijk een kleine opening (diameter 40 à 50 μm), teneinde een kleine 'spot' te verkrijgen; bovendien wordt de fotogevoelige laag op deze wijze tegen kathodelicht enigszins afgeschermd.

Aan de trefplaatzijde is de collector afgesloten met een fijn gaas, dat de bundel doorlaat en een sterk en uniform remveld vlak voor de trefplaat geeft.

Typische elektrodespanningen zijn in het onderschrift bij de figuur vermeld. De bundel wordt magnetisch gefocusseerd en afgebogen, met behulp van respectievelijk een focusspoel en twee paar deflectiespoelen.

De buis wordt op enigszins andere wijze gefabriceerd dan een standaard-vidicon. De reden hiervan is dat de fotogevoelige laag zeer gevoelig is voor lucht. De gevolgde techniek is daarom dat in een lange cilinder, met een venster dat aan de binnenzijde bedekt is met tinoxyde, de loodoxyde-opdamping plaatsvindt. De cilinder wordt dan gevuld met een schutgas om de inbrenging van het kanonsysteem mogelijk te maken. De omhulling en het kanonsysteem worden aaneengesmolten bij de voet. De buis wordt hierna afgewerkt op een pomp en afgesloten.

Elektrische eigenschappen van het Plumbicon

De donkerstroom van het Plumbicon is bijzonder laag. Binnen ruime grenzen wordt geen afhankelijkheid van de signaalelektrodespanning of van de temperatuur gevonden. Dit is een belangrijke eigenschap omdat het zwartniveau nu niet ongelijkmatig is en zwartniveau-bijregeling bij temperatuurvariatie niet nodig is.

Fig. 2 toont de fotostroom als functie van de signaalelektrodespanning, een verzadiging is zichtbaar bij 40 à 50 V. Uit de

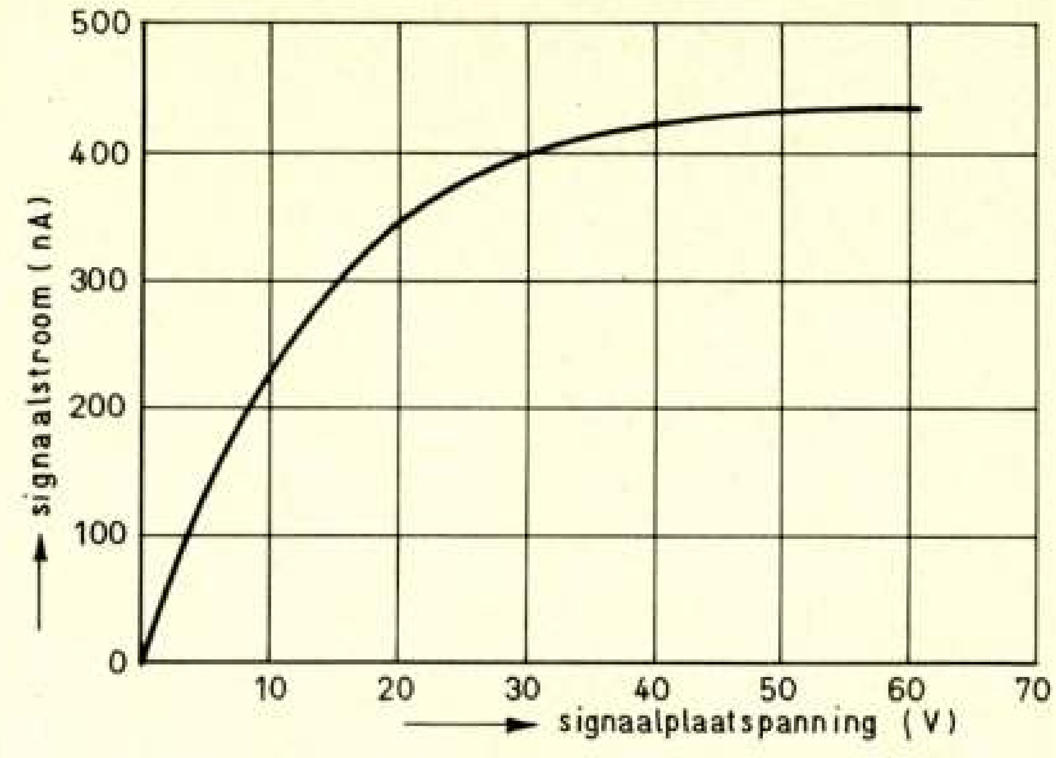


Fig. 2. Gevoeligheid als functie van signaalplaatspanning verlichting: wit licht (2854 K), 1 millilumen.

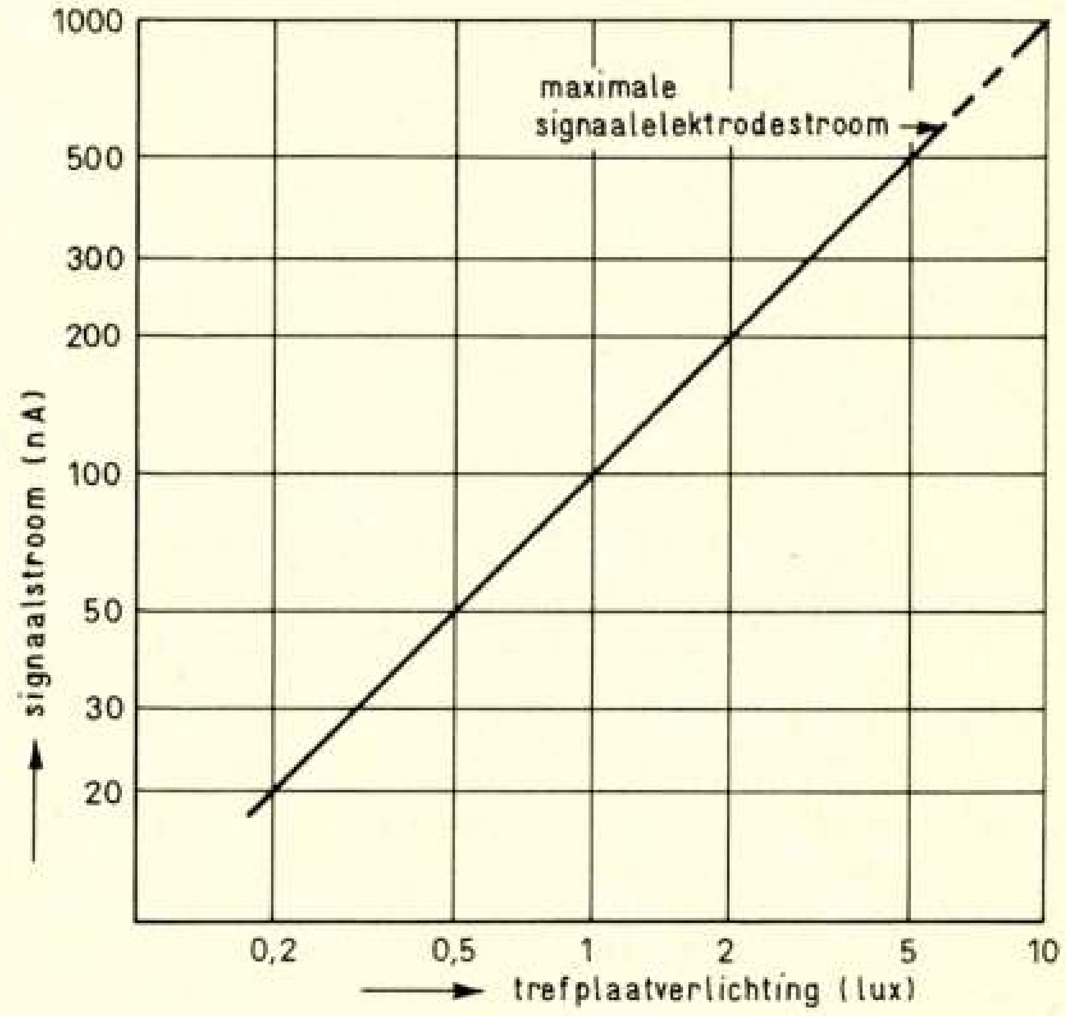


Fig. 3. Overdrachtskarakteristiek van een 30 mm Plumbicon, type XQ 1020.

vorm van de kromme volgt dat het niet goed mogelijk is om de gevoeligheid te regelen met de signaalelektrodespanning, zoals dikwijls bij vidicons gedaan wordt.

Fig. 3 geeft de *overdrachtskarakteristiek* van een Plumbicon: er is een lineair verband tussen lichtflux en fotostroom. Uit de helling van de kromme volgt de gamma van de buis; in de praktijk ligt deze tussen 0,95 en 1,00.

In fig. 4 is de spectrale gevoeligheidsverdeling voor de verschillende typen afgebeeld. Momenteel worden twee versies van de fotogevoelige laag gemaakt, De kromme, aangegeven met typenummer XQ 1020 geldt voor de standaard PbO-laag. De kromme aangegeven met type XQ 1023 behoort bij een enigszins gewijzigde laag, waarin een mengsel van PbO en PbS is gebruikt om de roodgevoeligheidsgrens naar grotere golflengten te verschuiven.

De XQ 1025 heeft dezelfde laag als de XQ 1023, maar is met behulp van een filter op de buitenzijde van het venster aangepast aan de ooggevoeligheidskromme. Deze laatste kromme

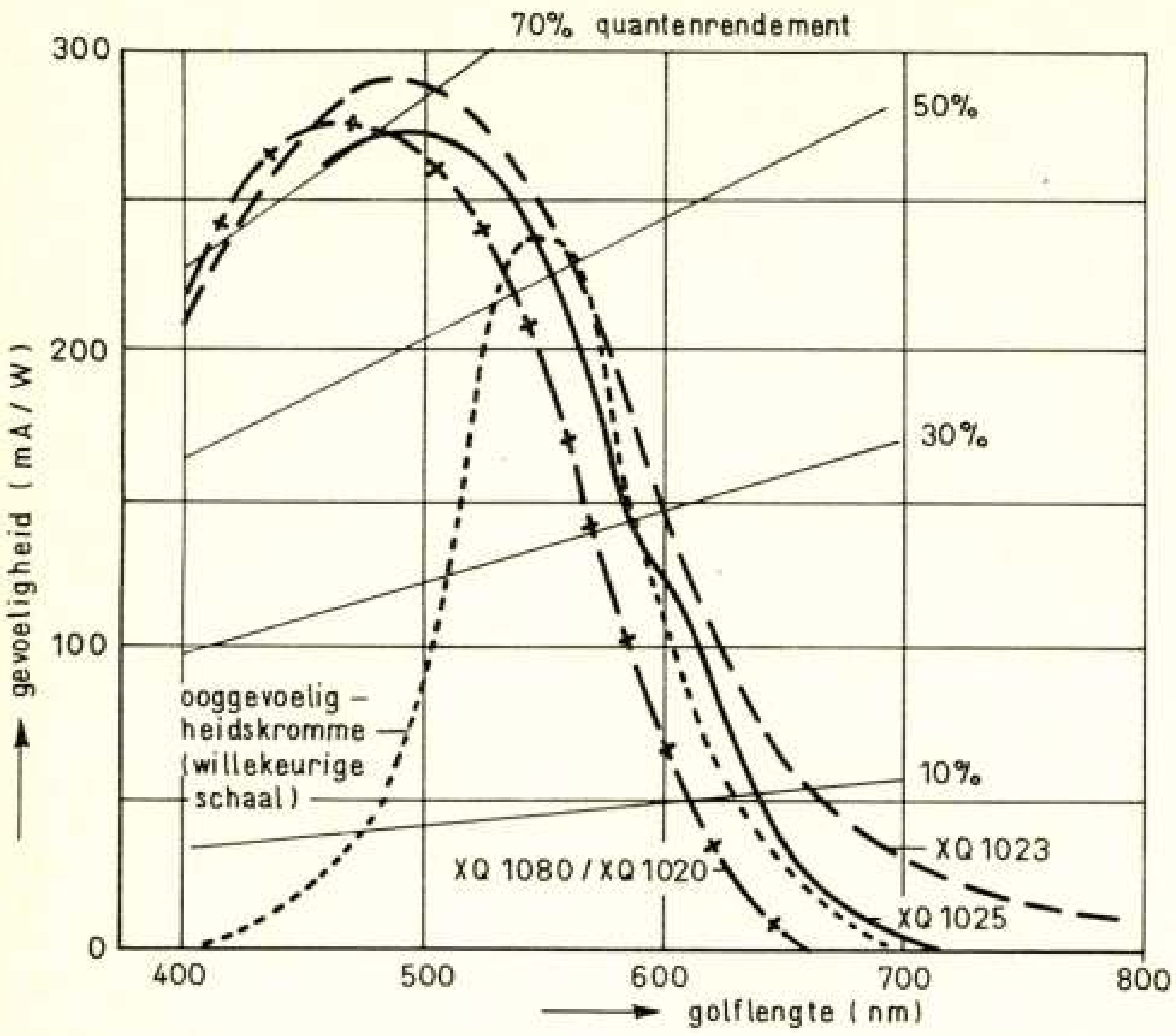


Fig. 4. Typische spectrale gevoeligheidsverdelingen. Op willekeurige schaal is de ooggevoeligheidskromme bijgevoegd.

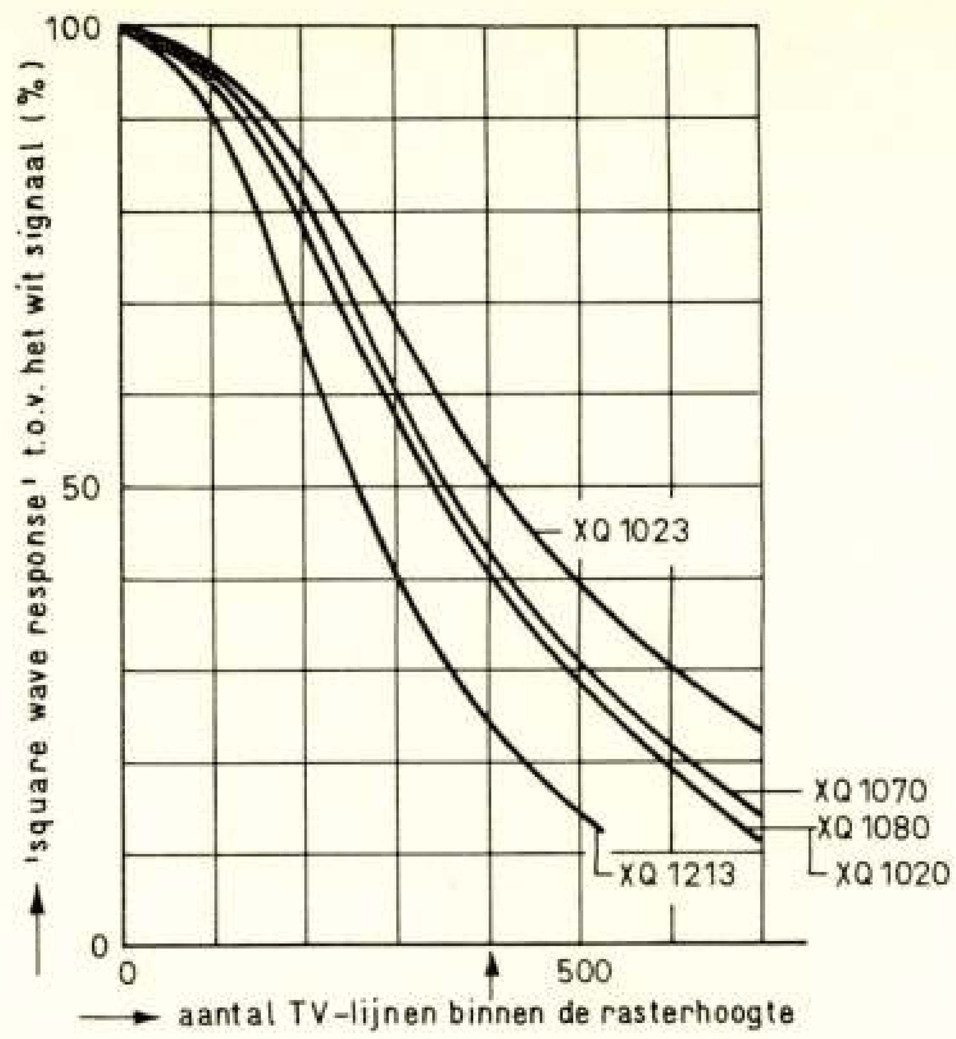


Fig. 5. Typische 'square wave responses'.

toont aan dat de standaard PbO-laag niet het gehele golflengtegebied van het menselijk oog 'ziet'. Dit is gedurende lange tijd een essentiële tekortkoming van het Plumbicon geweest; door de nieuwe laag is dit verholpen.

Het *oplossend vermogen* van verschillende Plumbicon-typen is in fig. 5 weergegeven. Men ziet hier de 'square wave response' (de response op een stelsel van achtereenvolgende witte en zwarte verticale 'lijnen' van gelijke breedte) als functie van de lijnbreedte t.o.v. de rasterhoogte. In het momenteel in Nederland gebruikte televisiesysteem corresponderen 400 lijnen op de beeldhoogte ongeveer met een videosignaalfrequentie van 5 MHz. De grootte van de signaalstroom i_s in het signaal, waarbij de metingen zijn uitgevoerd, is voor de verschillende typen weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. De instellingen van de opneembuizen.

Typen	XQ 1070 XQ 1080	XQ 1020 XQ 1023	XQ 1213
Rasterdiagonaal	16 mm	21,4 mm	10 mm
Signaalstroom i_s	200 nA	300 nA	150 nA
Max. uitgangsstroom	400 nA	600 nA	300 nA
Lens	leitz - summicron F/4 : 50 mm		

Opvallend is het verschil tussen het type XQ 1020 met standaard PbO-laag en het type XQ 1023 met verbeterde roodgevoeligheid. Dit is voor een deel het gevolg van het feit dat de fotogevoelige laag in de XQ 1023 dunner is en bovendien sterker licht absorbeert dan die van de XQ 1020, waardoor minder zijdelingse diffusie van licht en lading optreedt. Ook is echter in de laag van de XQ 1023 de dwarsgeleiding dicht aan het oppervlak geringer.

Ten aanzien van deze dwarsgeleiding is in de 25 mm-uitvoering van het Plumbicon de standaardlaag in de laatste tijd verbeterd. Dit verklaart waarom de XQ 1080 (25 mm-versie) en de XQ 1020 (30 mm-versie) hetzelfde oplossend vermogen hebben, hoewel de eerste een kleiner rasteroppervlak heeft.

Er is een duidelijk verschil tussen het oplossend vermogen voor rood licht en dat voor blauw licht bij een Plumbicon met standaard PbO-laag. Een der oorzaken hiervan is dat blauw licht veel minder diep in de laag doordringt dan rood licht, zodat minder diffusie van de optische informatie optreedt.

Een belangrijke eigenschap van een opneembuis is tenslotte haar *traagheid*: in hoeverre kunnen snelle veranderingen in de optische informatie gevolgd worden. Bij aftasting met een bundel van langzame elektronen, waarbij stabilisatie plaatsvindt op kathodepotentiaal, is de traagheid in principe opgebouwd uit twee componenten: de fotogeleidingstraagheid en de capacitieve traagheid, of ontladingstraagheid.

De tweede traagheidsvorm ontstaat doordat de elektronen in de aftastbundel een zekere spreiding in hun snelheden hebben. Bij de aftasting daalt wegens de uittreesnelheden aan de kathode de potentiaal aan het trefplaatoppervlak tot iets beneden de kathodepotentiaal. Deze stabilisatiepotentiaal is verschillend voor beeldelementen die een verschillende potentiaal hadden vlak voor de aftasting en is dus afhankelijk van de signaalstroom.

Verandert nu de belichting in een bepaald punt van het raster, dan verandert hier de stabilisatiepotentiaal. Dit gaat echter niet instantaan, maar met een zekere relaxatietijd. Deze relaxatietijd hangt af van twee parameters: de capaciteit van de fotogevoelige laag en de bundelweerstand.

De bundelweerstand, waaronder men de differentiaalweerstand $\frac{di}{dv}$ aan de kathode verstaat, wordt bepaald door de bundelacceptantie als functie van de potentiaal aan het oppervlak. Deze laatste hangt af van de snelheidsverdeling van de elektronen. De bundelacceptantie is gedefinieerd als het percentage van de bundel, dat op de fotogevoelige laag landt. Bij kleine signaalstromen daalt de stabilisatiepotentiaal verder beneden de kathodepotentiaal en neemt de bundelweerstand en daardoor de traagheid toe.

Fotogeleidingstraagheid en bundeltraagheid spelen beide een rol van betekenis in een vidicon, welke met een trefplaat van antimoon-trisulfide is uitgerust. In een Plumbicon wordt de traagheid vrijwel alleen door de bundel bepaald.

Dit laatste laten de opnamen van fig. 6 zien, waar in afbeelding b een restsignaal zichtbaar is (kleine signaalstroom i_s). De oscillogrammen werden verkregen met een 25 mm Plumbicon met geïnterlinieerde scanning. De lijnafstand is hier nog zo klein, dat vrijwel het gehele oppervlak in één raster uitgelezen

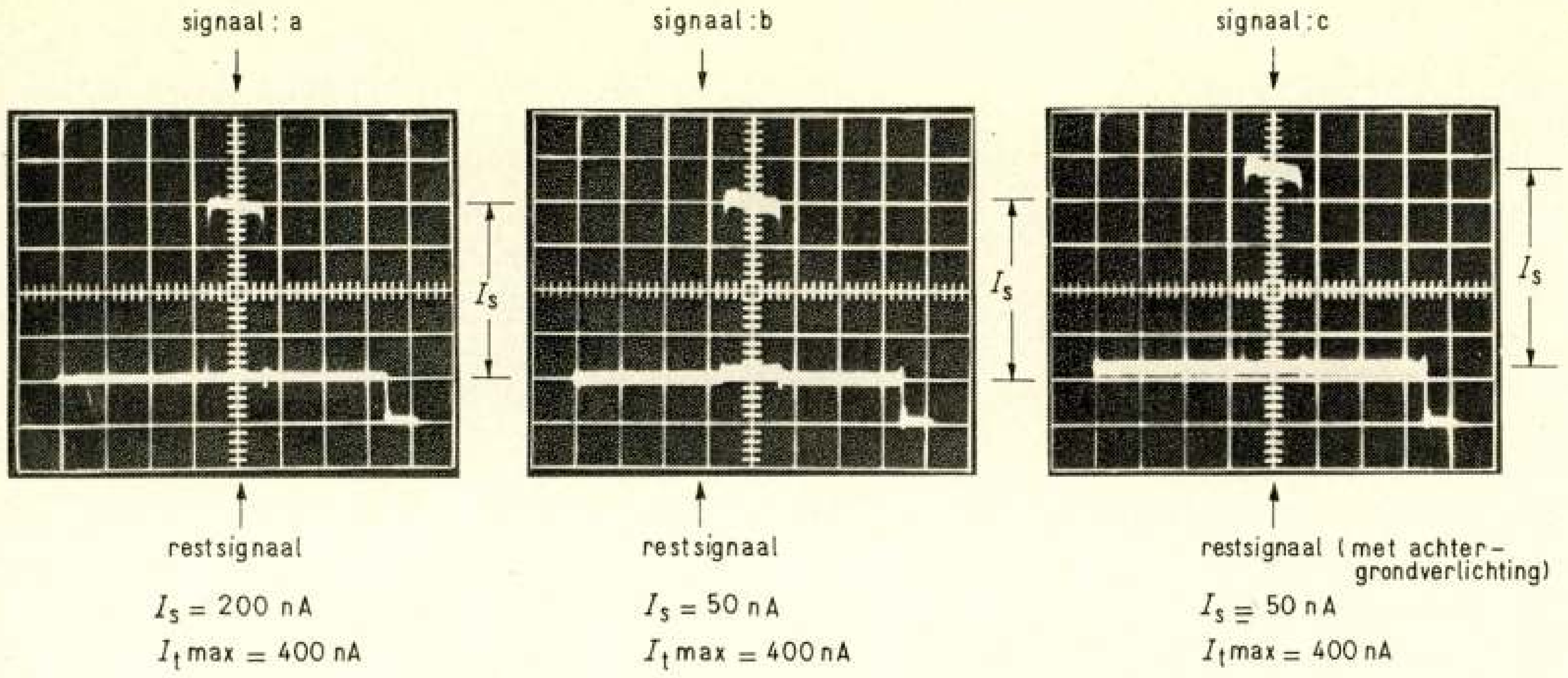


Fig. 6. Restsignaal in het eerste raster (20 ms) na het uitlezen van een signaal van een fotogeleidende laag.

wordt. In de figuur is het videosignaal lijnfrequent weergegeven, d.w.z. de tijdbasis van de gebruikte oscilloscoop is gesynchroniseerd met de lijnfrequentie. Door middel van een zogenaamde lijnselector worden alleen enkele lijnen in het midden van het beeld op de oscilloscoop zichtbaar gemaakt. Het object is een witte balk op zwarte achtergrond, die éénmaal per 3 rasters gedurende zeer korte tijd belicht wordt. Bij de eerste aftasting na de belichting wordt vrijwel het gehele signaal uitgelezen.

Bij een top-wit signaal[2)] van 200 nA in het eerste raster kunnen de restsignalen in het tweede en derde raster niet onderscheiden worden van de achtergrond (fig. 6a). Bij een signaal van 50 nA is een restsignaal van ongeveer 2,5 nA waarneembaar (fig. 6b). Door middel van een zwakke achtergrondbelichting kan dit tot een zeer laag niveau teruggebracht worden (fig. 6c). Dit laat zien dat de traagheid hier voornamelijk door het uitleesmechanisme veroorzaakt wordt.

Fig. 7 geeft typische afvaltraagheidswaarden voor enkele Plumbicon-typen. Het restsignaal is hier gemeten in procenten van het beginsignaal, 60 ms (d.w.z. 3 rasterperioden) na het beeindigen der belichting en als functie van de grootte van het beginsignaal. Men ziet het sterke toenemen van de traagheid bij lage signaalstromen door toeneming van de bundelweerstand. Uit de kromme voor de XQ 1023, het 30 mm Plumbicon met verhoogde roodgevoeligheid, moet vanwege de extra 2 à 3% restsignaal over het gehele gebied der signaalstromen worden besloten, dat hier bovendien een bijdrage van de fotogeleidingstraagheid aanwezig is. De invloed van de achtergrondbelichting bij de XQ 1080 (de hogere donkerstroomwaarden) valt uit het drietal krommen voor deze buis af te leiden.

In tabel 2 is voor de verschillende typen opneembuizen van fig. 7 de capaciteit van de fotogevoelige laag vermeld.

Tabel 2. Capaciteit van de fotogevoelige laag voor verschillende typen opneembuizen.

	XQ 1023	XQ 1020	XQ 1080
i_t max.	300 nA	300 nA	400 nA
laagcapaciteit	1,1 nF	0,8 nF	0,6 nF

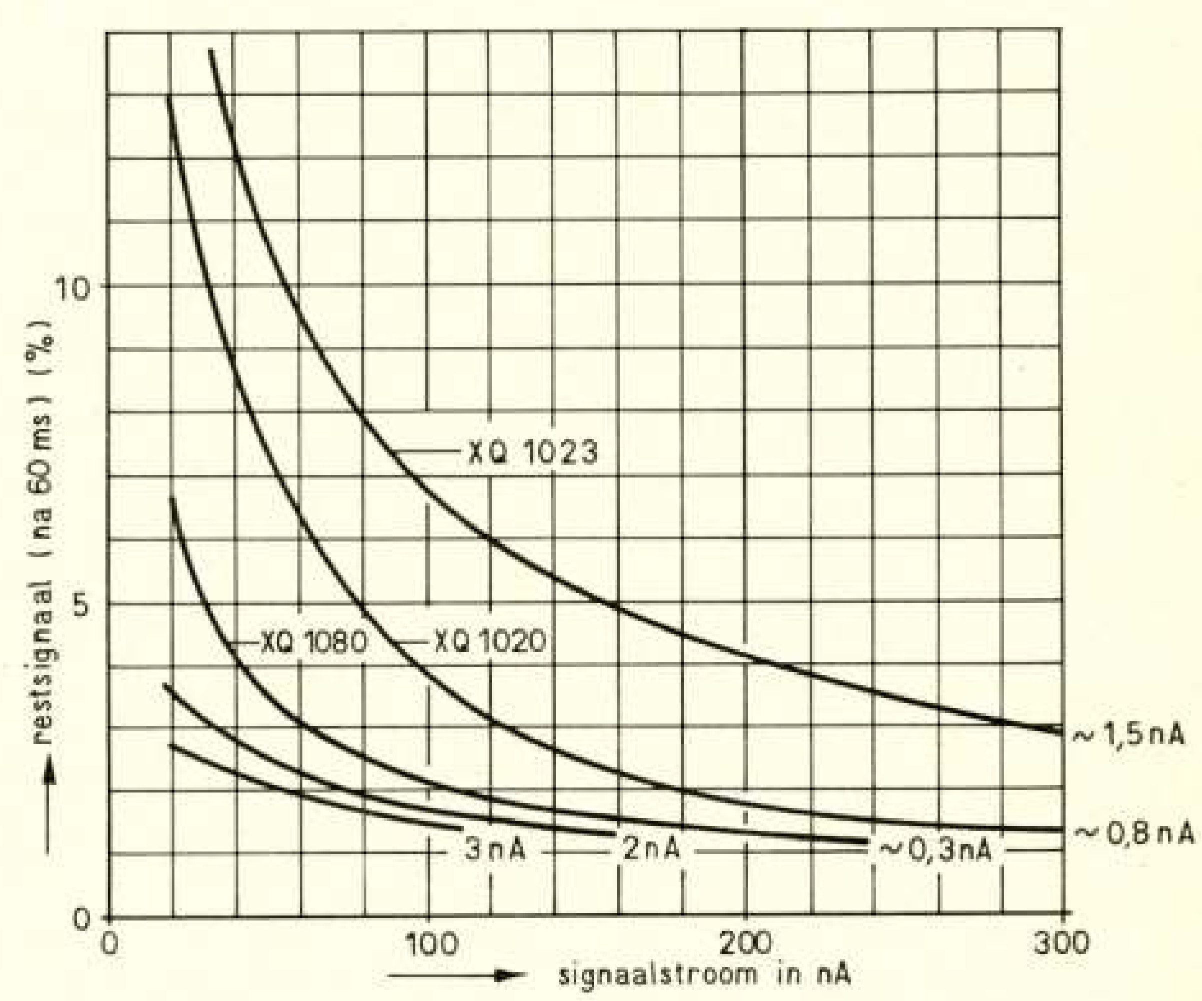


Fig. 7. Typische afvaltraagheidskrommen; als parameter is de donkerstroom bij de krommen vermeld.

De invloed van het trefplaatformaat op de buiseigenschappen

De keuze van het trefplaatformaat is afhankelijk van een aantal factoren; bij verkleining van het formaat worden sommige eigenschappen gunstig, andere ongunstig beïnvloed.

Het oplossend vermogen van de trefplaat is, gemeten bij dezelfde absolute ruimtelijke frequentie (bijv. 15 lijnenparen/mm), in principe onafhankelijk van het rasterformaat. Gemeten bij hetzelfde aantal lijnen op de beeldhoogte (dezelfde videofrequentie) is het oplossend vermogen bij een groter formaat natuurlijk groter. Men zal bij een grotere trefplaat dikwijls met wat hogere signaalstromen gaan werken, om de potentiaalexcursies van de beeldelementen op de trefplaat niet te klein te doen worden. De bundelstroom wordt dan eveneens hoger en dit beïnvloedt de spotdiameter.

Verder zal bij een groter rasterformaat de elektronenoptiek aangepast moeten worden, waardoor de buis langer wordt en de spanningen op de elektroden hoger gekozen moeten worden daar anders de elektronen-optische fouten zouden toenemen.

Vooral bij het Plumbicon waar de scherpte voor een belangrijk deel door de laag bepaald wordt, is de scherptewinst bij vergroting van het formaat aanzienlijk.

De *gevoeligheid* van een Plumbicon is onafhankelijk van het

[2)] Top-wit signaal is de sprong van witstroom naar donkerstroom.

rasterformaat, indien de gezichtshoek en de scherptediepte gelijk gehouden worden. Voor het constant houden van de gezichtshoek moet de brandpuntsafstand van de gebruikte lens evenredig veranderen met de rasterhoogte. Voor het constant houden van de scherptediepte moet de effectieve diameter van de lens constant blijven. Daar de brandpuntsafstand recht evenredig moest veranderen met de rasterhoogte, moet nu de relatieve lensopening omgekeerd evenredig met de rasterhoogte variëren.

Daar de maximale relatieve opening van de momenteel beschikbare lenzen op F/1 à F/2 ligt, loopt men vast bij kleine rasterhoogten. Bij buizen met groot rasterformaat kan men met grote lensdiameters werken, waardoor ten koste van de scherptediepte een hogere gevoeligheid verkregen kan worden.

In de praktijk wordt de gevoeligheid niet alleen bepaald door de verkregen signaalstroom, maar ook door de traagheid bij lage lichtniveaus en door het ruisniveau. Dit laatste ligt lager bij kleine buizen, daar hierbij de uitgangscapaciteit, die mede het ruisniveau bepaalt, kleiner kan zijn.

De *traagheid* van een Plumbicon hangt, zoals reeds besproken is, voornamelijk af van het produkt van de trefplaatcapaciteit en de bundelweerstand. Bij toenemend formaat neemt de trefplaatcapaciteit toe en daarmee de traagheid. Vooral deze traagheidstoeneming vormt een begrenzing bij het streven naar een grotere scherpte door vergroting van het trefplaatformaat.

Verschillende vormen van elektronenoptiek

Alle momenteel beschikbare Plumbicons, behalve het zgn. miniplumbicon, werken met magnetische focussering en afbuiging. De voornaamste reden hiervoor is dat met magnetische focussering een grote scherpte verkregen kan worden bij beperkte stroomdichtheden op de kathode (de openingshoek van de bundel kan groter zijn dan bij andere systemen).

De kromming van het focusveld ('beeldveldkromming') kan gecompenseerd worden door focusmodulatie. Om dit op eenvoudige wijze mogelijk te maken, is een kanon met *gescheiden gaas* ingevoerd, waarbij het gaas dat voor een homogeen remveld vlak voor de trefplaat zorgt, elektrisch geïsoleerd is van de collector. Bij een dergelijke constructie kan focusmodulatie door middel van variatie van de collectorspanning gebeuren: doorspreken naar de signaalplaatleiding vindt nu niet op hinderlijke wijze plaats door de afschermende werking van het gaas.

Het gescheiden gaas, dat een positieve spanning t.o.v. de collector moet hebben, vormt bovendien een barrière tegen in de collectorruimte gevormde positieve ionen en verhindert de opbouw van een negatieve ruimtelading van secundaire elektronen achter het gaas. Dit maakt het gebruik van hogere bundelstromen mogelijk.

Verder kan door de spanning op het gaas de landing van de bundel gecontroleerd worden. Deze landing is in sterke mate afhankelijk van de keuze van het spoelenstel. Bij aftasting met langzame elektronen is het belangrijk, dat de bundel loodrecht landt, omdat anders traagheidstoeneming en 'hekgolf'-effecten kunnen optreden. Dit laatste komt doordat vrij grote spanningsexcursies op het trefplaatoppervlak ontstaan (ca. 2 V voor elke 100 nA signaalstroom bij een trefplaatcapaciteit van 1000 pF), waardoor de invallende aftastbundel gemakkelijk beïnvloed kan worden.

In plaats van magnetische zijn ook elektrostatische focussering en deflectie mogelijk; verder zijn er nog de zgn. 'hybride' vormen, waarbij een van de twee magnetisch en de andere elektrostatisch is.

Het miniplumbicon is zo'n hybride, het heeft elektrostatische focussering en magnetische deflectie. Het grote voordeel van elektrostatische focussering is het ontbreken van de focusspoel; dit levert een aanzienlijke afneming van het opgenomen vermogen en van het gewicht van het spoelenstel op, terwijl ook de afmetingen kleiner kunnen zijn.

Nevenvoordelen zijn gelijkmatiger focussering over het rasteroppervlak, waardoor dynamische focussering niet nodig is; geen draaiing van het beeld bij in en het uit focus gaan.

Om een goed oplossend vermogen te verkrijgen, is in het miniplumbicon de stroomdichtheid aan de kathode sterk opgevoerd. Om dezelfde reden is de fotogevoelige laag dunner gekozen dan bij de andere Plumbicons. Het resultaat is een zeer bevredigende scherpte: typisch is 35 à 40% modulatiediepte bij 4 MHz in wit licht. Daar de trefplaatcapaciteit kleiner is, is de traagheid van dit buistype gering.

Speciale 'features'

A. *De lichtgeleider*

De traagheid van een Plumbicon is grotendeels ontladingstraagheid. Bij lage lichtniveaus daalt de stabilisatiepotentiaal vrij ver beneden de kathodespanning en neemt de bundelweerstand aanzienlijk toe. Door een (gelijkmatige) bijverlichting op de laag kan ervoor gezorgd worden dat de opbouw van deze negatieve spanningen tegengegaan wordt. De traagheid blijkt hierbij sterk te verminderen.

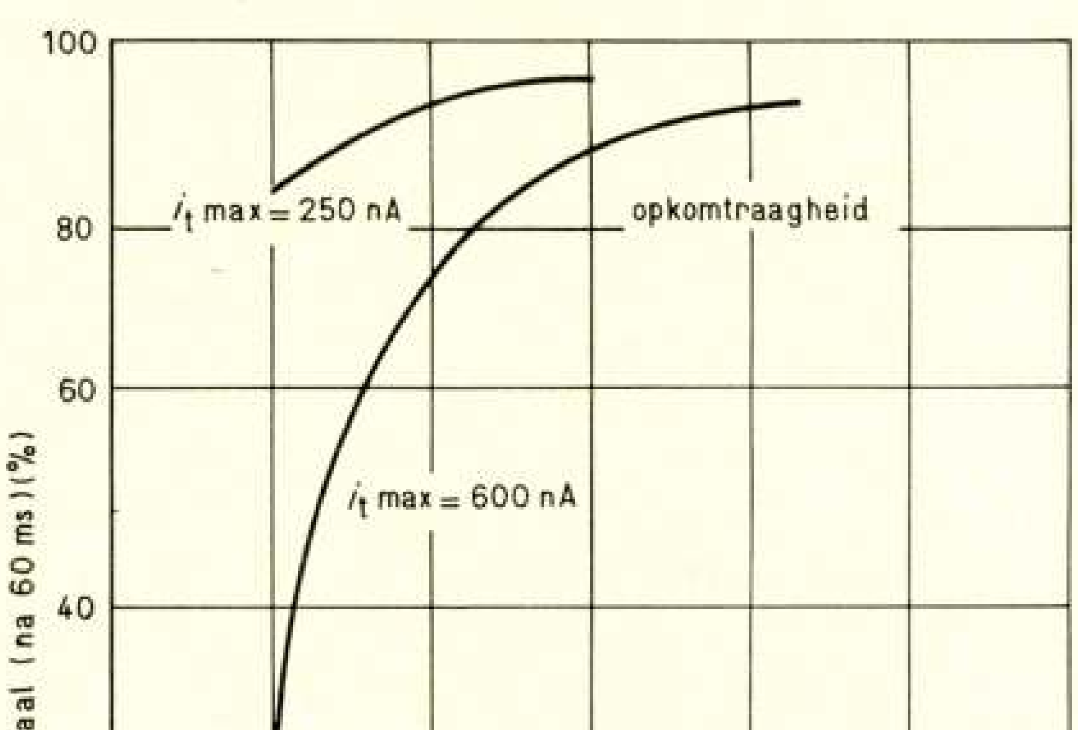


Fig. 8. Typische traagheid van XQ 1020 bij een signaalstroom van 20 nA als functie van de achtergrondverlichting. De opkomtraagheid wordt bepaald na een donker-interval van 10 s.

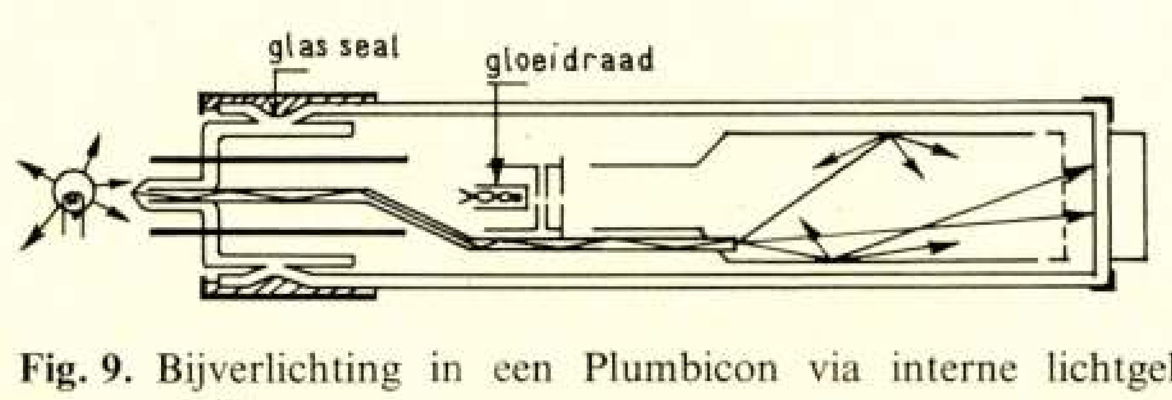


Fig. 9. Bijverlichting in een Plumbicon via interne lichtgeleider, extern regelbaar.

Fig. 8 geeft de gemeten traagheid van het Plumbicon type XQ 1020 als functie van de donkerstroom afkomstig van bijverlichting, voor twee waarden van de bundelstroom. Zowel opkomtraagheid als afvaltraagheid zijn weergegeven; het signaal is gemeten 60 ms na het begin, resp. het einde der belichting. Men ziet reeds bij geringe bijverlichting een sterke verbetering van de opkomtraagheid; de afvaltraagheid neemt eveneens aanzienlijk af.

Het is mogelijk via de optiek bijverlichting op het buisvenster aan te brengen; dit gebeurt in verschillende typen kleurencamera's. Beter is het om de mogelijkheid tot bijverlichting in te bouwen in de buis. Dit is gedaan in het 25 mm Plumbicon type XQ 1080 op de wijze als is aangegeven in fig. 9. Een dunne glazen staaf is met haar ene uiteinde samengesmolten in de buisbodem met de pompstengel, terwijl het andere einde uitkomt in de collectorruimte. Licht van een lampje, buiten de buis aangebracht in het buisvoetje, kan nu via deze glazen staaf, de lichtgeleider, in de collectorruimte komen en op de binnenzijde van de fotogevoelige laag vallen. Er moet voor gezorgd worden dat deze verlichting gelijkmatig is.

B. *Het 'anti-comet-tail' kanon*

Dit is een recente ontwikkeling van het elektronenkanon, bedoeld ter bestrijding van 'blooming' en 'comet-tails', verschijnselen die optreden bij zeer hoge lichtniveaus in de op te nemen scène.

Het Plumbicon heeft een lineaire overdrachtskarakteristiek, begrensd aan de bovenzijde door de beschikbare bundelstroom. De maximale bundelstroom wordt bepaald door de toelaatbare traagheid en de toelaatbare spotdiameter, beide worden groter met toenemende bundelstroom. In de studiopraktijk is het de gewoonte om de bundelstroom zodanig te kiezen dat de maximale signaalstroom ongeveer tweemaal zo groot is als de signaalstroom, corresponderende met de normale topniveaus in de scène.

Indien hoge lichten, corresponderende met nog hogere signaalstromen, aanwezig zijn, geraakt de trefplaat ter plaatse van die hoge lichten uit stabilisatie: de bundel kan de beeldelementen niet meer op de kathodepotentiaal terugbrengen. Niet alleen vindt in deze hoge lichten contrastverlies plaats, maar ook opblazen (blooming) door wegtrekken van de aftastbundel (beam pulling) en vorming van komeetstaarten (comet-tails) achter bewegende hoge lichten.

Door middel van het 'anti-comet-tail' kanon kunnen deze effecten sterk teruggedrongen worden. Hierbij wordt de maximale spanningsexcursie op de laag, aanwezig tijdens het uitlezen van het signaal, begrensd op een in te stellen waarde, bijv. 9 V. Dit gebeurt door tijdens de lijnterugslag met hoge bundelstroom opnieuw af te tasten, terwijl de kathodepotentiaal op 9 V staat. De toppen van het ladingsgebergte worden zodoende afgesneden, terwijl de informatie beneden 9 V niet aangetast wordt.

De constructie en werkwijze zijn aangegeven in fig. 10. Tijdens normaal bedrijf selecteert het begrenzende diafragma g_4 het centrale deel van de bundel en is de bundel in focus op de trefplaat. Tijdens ACT-bedrijf wordt met een extra elektrode g_3 een hulplens gevormd, die de bundelknoop afbeeldt in de omgeving van het diafragma g_4. Bovendien wordt de spanning op het stuurrooster met bijv. 35 V verhoogd. In totaal wordt hierdoor de bundelstroom met een factor 50 à 100 verhoogd,

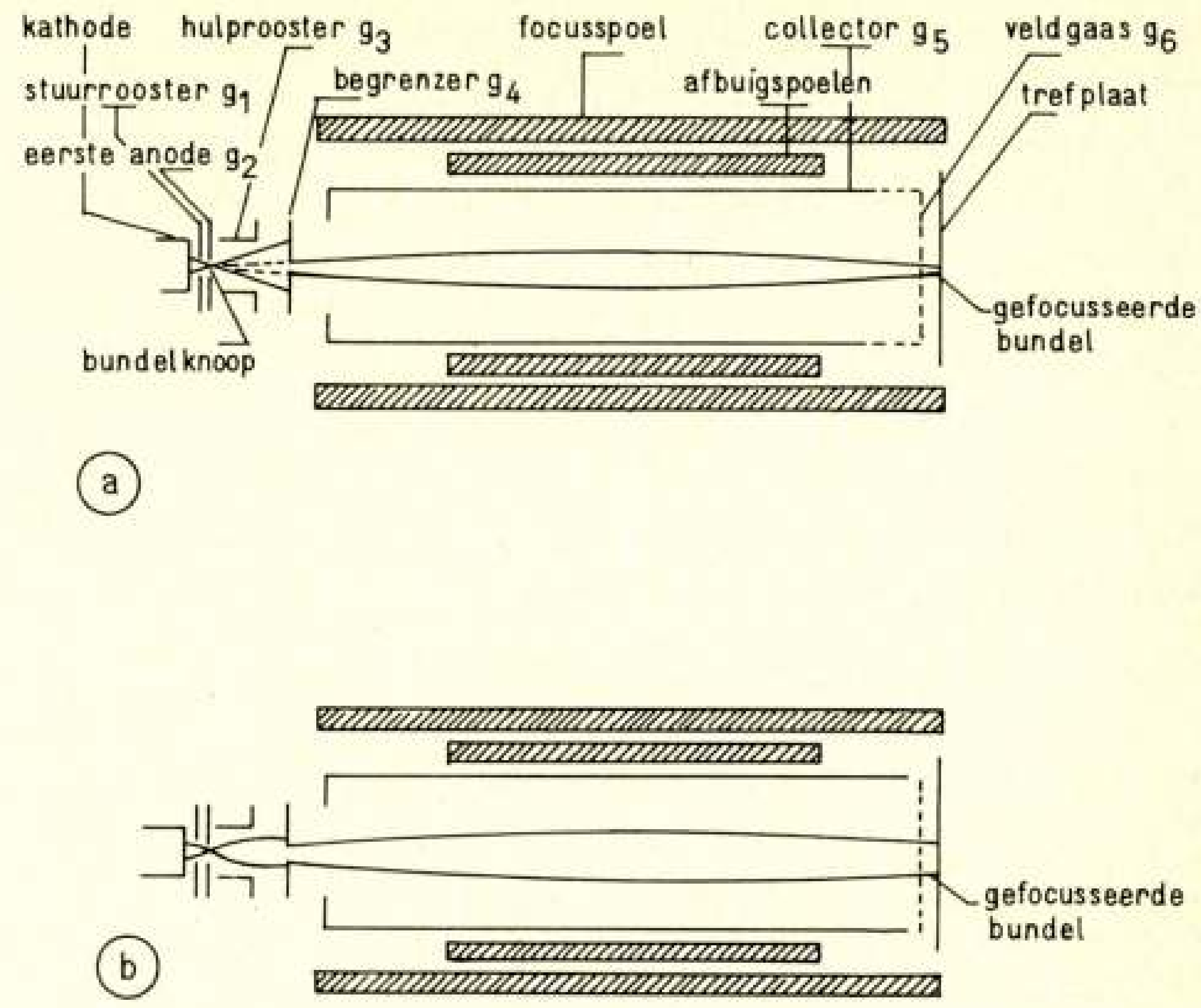


Fig. 10. Plumbicon met Anti-Comet-Tail kanon.

Instelling: V_{g_1}: ingesteld voor de gewenste bundelstroom
V_{g_2}: en V_{g_4}: 300 V
V_{g_5}: 600 V
V_{g_6}: 700 V

a. Situatie tijdens het actieve deel van de lijnperiode
V_{g_3}: 250 V

b. Situatie tijdens de terugslag
kathodepuls: + 9 V
stuurroosterpuls op g_1: + 35 V
hulproosterpuls op g_3: − 240 V

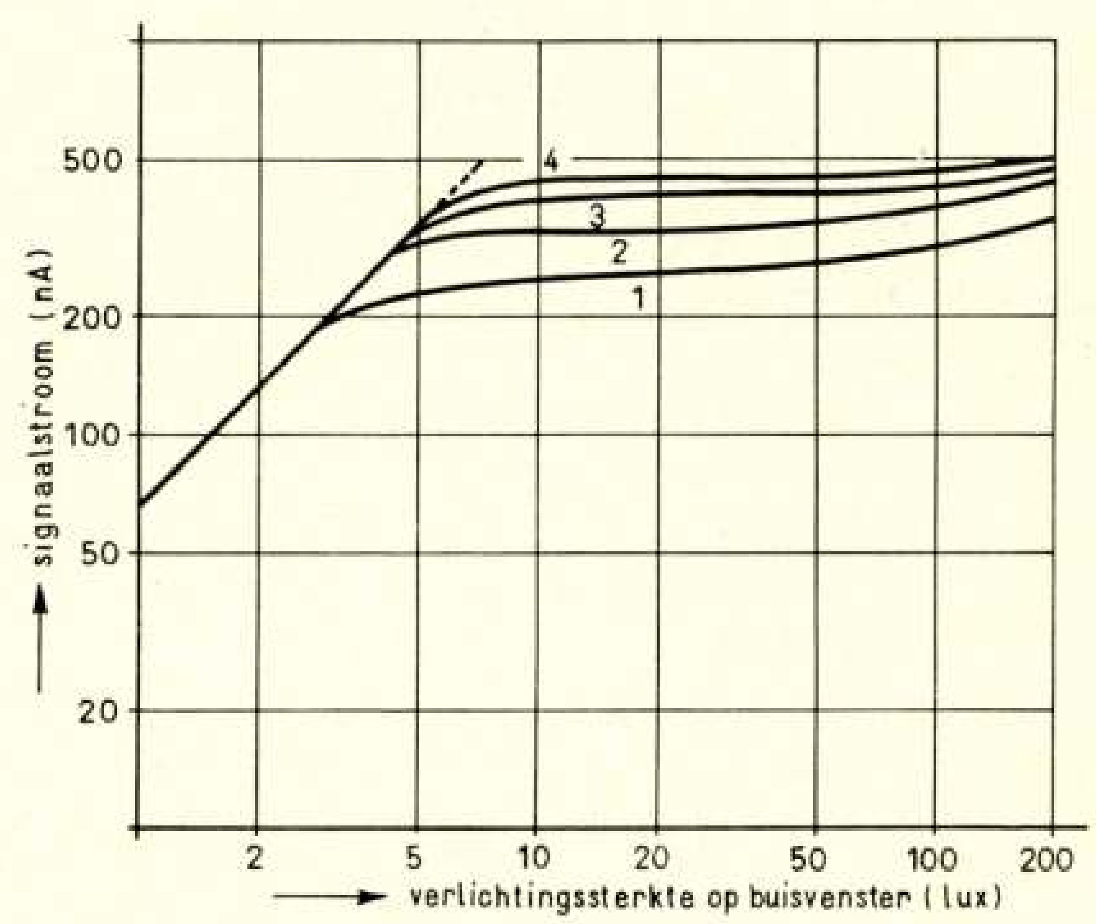


Fig. 11. Typische overdrachtskarakteristieken van een ACT-Plumbicon.

Raster : 12,8 × 17,1 mm²
Bundelstroom: juist voldoende voor stabilisatie van 500 nA signaalstroom.
Kathodespanning tijdens terugslag:
kromme 1: 4,5 V
kromme 2: 6 V
kromme 3: 7,5 V
kromme 4: 9 V

zodat deze tijdens de lijnterugslag 100 à 200 μA bedraagt. De bundel is nu niet meer in focus op de trefplaat, maar heeft hier een diameter in de orde van bijv. 100 TV-lijnen.

Fig. 11 toont de op die wijze verkregen overdrachtskarakteristieken; deze hebben een soort 'knie' gekregen.

Een dergelijk ACT-kanon wordt gevonden in het Plumbicon type XQ 1080. In de praktijk is gebleken, dat ook bij scènes, waarin toplichten voorkomen, tot 5 lensstops (een factor 32) boven de normale topwitten, nu geen hinder meer van blooming of comet-tailing wordt ondervonden.

C. *Vezeloptiekvenster*

Voor de koppeling van een opneembuis met een lichtversterker of röntgenbeeldversterker werden vroeger steeds lenzen gebruikt, dikwijls twee in tandem, beide op oneindig ingesteld. Tegenwoordig gaat men langzamerhand over op koppeling met vezeloptiek-vensters, één als uitgangsvenster van de lichtversterker of röntgenbeeldversterker en één als ingangsvenster van de opneembuis. De afzonderlijke glasvezels in de vezeloptiek-venster kunnen een diameter van bijv. 6 à 7 μm hebben. Aan de vlakheid van een dergelijk venster worden hoge eisen gesteld, bij onvlakheid treedt scherpteverlies op. De voordelen van een dergelijke koppeling zijn: het zware en grote lenssysteem is verdwenen, er is minder vignettering en minder scherpteverlies naar de rand; de installering is gemakkelijker en de optische focussering verloopt niet tijdens bedrijf.

Het 30 mm Plumbicon type XQ 1230 heeft een dergelijk vezeloptiekvenster; het heeft ook een lichtgeleider voor achtergrondbijverlichting aan de binnenzijde en een anticomet-tail kanon. Fig. 12 geeft een voorbeeld van de koppeling van een dergelijke buis met een lichtversterker.



Fig. 12. Koppeling van een Plumbicon met vezeloptiekvenster (links) met een lichtversterker (rechts).

Tabel 3. Voornaamste eigenschappen van enkele Plumbicons.

	55875 XQ 1020	XQ 1023*) XQ 1025	XQ 1070	XQ 1080	XQ 1213*)
beelddiagonaal (mm)	21,4	21,4	16,0	16,0	16,0
uitgangs-capaciteit (pF)	4,8	4,8	4,0	2,5	2,5
laagcapaciteit (nF)	0,8	1,1	0,6	0,6	0,5
gevoeligheid (μA/lm)	400	440	380	380	370
rood-gevoeligheid (00_2; μA/lm)	90	140	80	80	110
scherpte bij 400 TV-lijnen	40	53	43	40	25
afvaltraagheid (%)	13	18	10	8	10
($i_s/i_{b\ max}$)	(20/300)	(20/300)	(20/300)	(20/300)	(20/300)
opkomtraagheid (%)	80	80	90	97	96
($i_s/i_{b\ max}$)	(20/300)	(20/300)	(20/300)	(20/300)	(20/300)

*) Bij de gevoeligheidsmeting werd hier een infrarood-afsnijdfilter, type B1K1 van Balzers, gebruikt.

Slotoverzicht

Tabel 3 geeft een overzicht van de voornaamste eigenschappen van enkele momenteel beschikbare Plumbicons, een deel hiervan is nog in proeffabricage.

De oudere typen 55875 en XQ 1020 (zonder en met gescheiden gaas) zijn in gebruik in het merendeel van de momenteel in bedrijf zijnde kleurentelevisiecamera's.

Het 25 mm type XQ 1070 geeft, behalve het praktische kleine formaat, tevens een beter compromis tussen gevoeligheid en traagheid. In de tabel wordt dit versluierd door het feit dat de 25 mm-typen de nieuwe (scherpere) laag hebben, de 30 mm-typen (nog) niet. Het type XQ 1070 is mechanisch uitwisselbaar met 1" vidicons; het wordt toegepast waar geringe traagheid of lage donkerstroom essentieel is. Bij de kleurentelevisiecamera's is momenteel een overgang naar dit type gaande.

Een verdere ontwikkeling in deze richting is het type XQ 1080, dat bovendien met lichtgeleider en ACT-kanon is uitgerust.

Voor toepassingen waarin de camera zeer klein of zeer licht moet zijn is het 16 mm-type XQ 1213 ontwikkeld. Dit bezit bovendien een precisie-constructie, waardoor het zeer geschikt is voor gebruik in een kleurencamera.

De buis met vezeloptiekvenster, type XQ 1230, is niet in het overzicht opgenomen.

Korte technische berichten

Belgisch grondstation Lessive in gebruik genomen

Koning Boudewijn van België heeft op 21 september jl. het Belgische grondstation voor satelllietcommunicatie officieel in gebruik gesteld, 15 maanden nadat de eerste spade in de grond was gestoken. Het grondstation is gebouwd te Lessive, in de Ardennen 10 km van Rochefort, in het oosten van de provincie Namen op een terrein dat omringd wordt door lage heuvels.

De bouw werd door de Régie TT opgedragen aan de Bell Telephone Manufacturing Co., behorend tot het ITT-concern. Het station zal worden gebruikt voor verbindingen via de Intelsat IV-satellieten met de Verenigde Staten, Canada, Zaire en Israël.

De begincapaciteit is gesteld op 132 telefoonkanalen, over gedragen op een FDM-FM-draaggolf. Hiermee wordt een directe verbinding tot stand gebracht tussen het Belgische openbare telefoonnet en de netten in de Verenigde Staten en Zaire.

Bij de bouw is rekening gehouden met latere uitbreidingen. Het terrein biedt plaats aan uiteindelijk drie antennes. De tweede antenne zal evenals de eerste dienst moeten doen voor het Transatlantische verkeer; de derde antenne die op het oosten zal worden gericht, zal voor verbindingen via de communicatiesatelliet boven de Indische Oceaan kunnen worden gebruikt.

Het station werd opgezet met een tweeledig doel: het in dienst stellen van satellietkanalen voor telefonie, telegrafie en datatransmissie, en het vestigen van een permanent centrum voor tentoonstellingen en informatie. Op het terrein bevindt zich een hoofdgebouw van drie etages, met twee vleugels. In de ene vleugel is het technische deel van het station ondergebracht, met een controlekamer, hulplokalen, een cantine, garages en een conciergewoning. In de andere vleugel treft men expositieruimten aan, een projectiezaaltje en een voorziening voor de ontvangst van kleine gezelschappen.

De Atlantische antenne, met een reflector van 30 m, staat op een cirkelvormige voet, waarvan de diameter 15 m bedraagt en waarop de antenne in azimut kan worden versteld. Via een lift komt men in een in tweeën verdeelde cabine, die in de antenneopstelling is opgenomen en waarin zich de radioapparatuur bevindt van het zend- en het ontvanggedeelte. De radioapparatuur is via ellipsvormige golfpijpen verbonden met de transmissieapparatuur in het hoofdgebouw. De antenne is van het Cassegrain-type. De antennewinst bedraagt 63 dB in de zendrichting (bij 6 GHz) en 60 dB in de ontvangrichting (bij 4 GHz). De kwaliteitsfactor G/T is beter dan 40,7 dB bij 4 GHz en 5° elevatie. De antenne wordt door een automatisch volgsysteem optimaal op de satelliet gericht gehouden.

De radioapparatuur aan de zendzijde is uitgerust met luchtgekoelde klystrons van 1,5 kW. Voor de ontvangst wordt gebruik gemaakt van gekoelde parametrische versterkers, die door een transistorversterker worden gevolgd.

Voor de koppeling van het grondstation met het nationale Belgische telecommunicatienet is een nieuwe coaxiale kabel met grote capaciteit aan kanalen geïnstalleerd tussen Lessive en de districtcentrale van Jemelle. Een tweede verbinding zal worden geïnstalleerd, die toegang geeft tot een andere districtcentrale.

(De gegevens voor dit bericht werden ontleend aan een persbericht van ITT, nr 558 van 22 september 1972 en een publikatie in de FITCE Revue van augustus 1971.)

Microwave radiosystem in the 10.7 to 13.2 GHz band

Two powerful new long-haul microwave radio systems operating in the 10.7 to 13.2 GHz band have been introduced by Raytheon Data Systems Division Norwood, Mass. at the annual conference of the National Association of Broadcasters in Chicago (April 9 ... 12, 1972). Offered with output power conservatively rated at an operating level of 10 and 20 watts, the new trans-

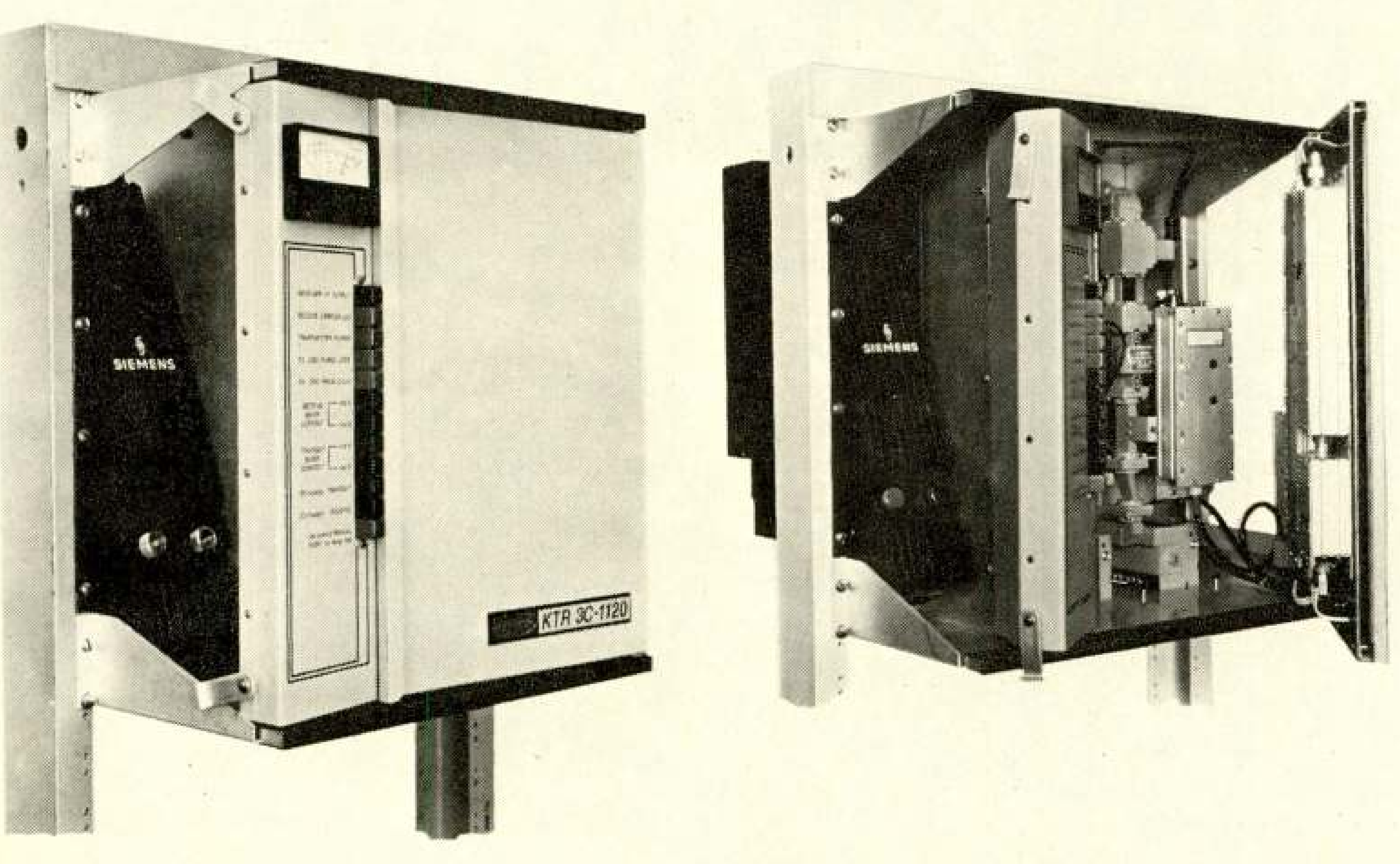


Fig. 1. Shown at left with door closed and at right with door open the new Single-cabinet, solid-state radio is unusually compact. The Raytheon KTR 3C transmitter-receiver cabinet is a fully modular design with printed wiring interconnections, push-button metering and complete front-access servicing for higher reliability and quicker maintenance.

mitter-receivers have a capacity of 1800 channels FDM and color video. Fig. 1 shows the cabinet. The fully modular design incorporating printed wiring interconnections, push-button metering, and complete front-access servicing will contribute to higher reliability and quicker and easier maintenance when necessary.

The design permits a choice of a number of travelling wave tubes from different component manufacturers to ensure flexibility and unrestricted future availability of replacement parts.

Signals as high as −15 dBm can be accepted without penalty, special pre-amplifiers are available for levels as high as −10 dBm.

Raytheon Company, Lexington, Massachusetts 02173, USA.

Boekennieuws

BEALE, J. R. A., EMMS, E. T., HILBOURNE, R. A.: **Microelectronics.** 310 blz., 17 bij 25 cm, ca. 200 fig. en een aantal tabellen. Uitg.: Taylor and Francis Ltd., Londen, 1971. Prijs: £ 5.50.

Zoals de schrijvers in het voorwoord opmerken is dit boek voortgekomen uit de tekst voor een serie lezingen over het onderwerp Microelectronica, die gedurende 3 jaar door ongeveer 75 000 toehoorders werden beluisterd.

De opzet van de lezingen en daarmee ook van het boek is, een inleidende behandeling te verschaffen van de werking, fabricagetechnieken en de toepassing van monolithische geintegreerde schakelingen. Dat de schrijvers hierin zijn geslaagd moet zeker geweten worden aan hun langdurige staat van dienst in de halfgeleider-componentenindustrie.

Het boek bestaat uit drie delen, waarvan elk verzorgd is door één van de schrijvers. Deze delen zijn:

- het fysisch fundament van monolithische schakelingen (Beale: hoofdstuk 2-5);
- vervaardigingstechnieken (Hilbourne: hoofdstuk 6-10);
- typen geïntegreerde schakelingen (Emms: hoofdstuk 11-13).

Over ieder aspect afzonderlijk valt veel te zeggen en reeds veel is er over geschreven. Het is de verdienste van de schrijvers, dat zij met hun grote kennis van zaken een 'overzichtsboek' hebben geschreven, dat zonder een echt 'leerboek' te worden, dieper op de zaken ingaat dan de meeste overzichtswerkjes over dit onderwerp.

Naar mijn mening is het best geslaagde deel van 'Microelectronics', het deel over de vervaardigingstechnieken. Het gedeelte over de fysische achtergronden gaat wat ver: te veel formules en te weinig praktijkvoorbeelden, die het fysische deel ondersteunen. Origineel is de gecombineerde behandeling van de Schottky-diode en de MOS transistor. Het applicatiegedeelte behandelt digitale en lineaire schakelingen op adequate wijze.

Bekijken we het boek als geheel, dan moet ons van het hart, dat het lettertype matig is, de keuze der symbolen niet altijd gelukkig en dat de figuren pover zijn.

Verder moet vermeld worden, dat de behandelde onderwerpen de stand van de techniek in 1968-1969 weergeven, en bijv. de MOST geïntegreerde schakeling, die er in het boek magertjes afkomt, sindsdien een sterke ontwikkeling heeft beleefd.

Niettemin wil ik besluiten met 'Microelectronics' van harte aan te bevelen aan huidige en toekomstige gebruikers van geintegreerde schakelingen, die de basiskennis van halfgeleiders reeds elders verworven hebben.

Prof. ir. O. W. Memelink.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: von Geusaustraat 151, Voorburg.

IEEE-prijs in Internationale Communicatie voor 1972 toegekend aan J. A. Greefkes, Ing. en ir. F. de Jager

De heer Greefkes zal samen met ir. F. de Jager een 'Award in International Communication' in ontvangst mogen nemen tijdens de Conferentie over Internationale Communicatie, die in juni 1973 in Seattle, Washington, zal worden gehouden. Deze Amerikaanse prijs is door het IEEE over 1972 aan beide heren toegekend 'for their contributions to communication systems research, in particular for their inventions in the delta-modulation area'. De prijs bestaat uit een plaquette en een oorkonde voor ieder en een geldsom.

Door deze prijs wordt van Amerikaanse zijde het belang van de Nederlandse inspanning op het gebied van de deltamodulatie onderstreept en het pionierswerk van de prijswinnaars ook internationaal onderkend. Deze Nederlandse inspanning – verricht binnen het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven – vond haar begin omstreeks 1948, toen prof. dr. J. F. Schouten voorstelde, de elektromagnetische overdracht van spraak- en muzieksignalen op een dergelijke wijze te doen plaatsvinden als de geleiding van zenuwprikkels.

In de loop der jaren werden op het gebied van deltamodulatie in het Philips-laboratorium verschillende verbeteringen gevonden binnen de groep waarin de prijswinnaars de pioniers waren, en waarvan de leiding thans berust bij ir. De Jager.

De heer Greefkes, die bij Philips de pensioengerechtigde leeftijd bereikte, is thans werkzaam bij de T.H. Eindhoven.

De Jager en Greefkes hebben in internationaal bekende tijdschriften een aantal facetten van hun werk gepubliceerd.

Ledenmutaties

Voorgestelde leden

Ir. R. J. M. van Eyndhoven, Beethovenstraat 495, Roermond.
Ir. J. M. Koopmans, Gruttostraat 55, Bleiswijk.
M. C. J. van Pernis, Vivaldihof 12, Alphen a/d Rijn.

Nieuwe adressen van leden

Ir. P. Groeneveld, Atlas 17, Heeze.
Ir. M. G. A. Haalebos, Scheldeflat, Borgvlietsedreef 964, Bergen op Zoom.
Ir. G. Radstake, Bremlaan 15, Den Dolder, post Bilthoven.
Dr. ir. N. Rodenburg, Treeswijklaan 3, Waalre N.B.
B. Swets, Laanstraat 18, Soestdijk, gem. Soest.
Ir. C. van Velthoven, Stationsstraat 55, Molenhoek-Mook.
Ir. Th. J. de Vries, Zuidlaan 41, Prinsenbeek.